الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers

1

# شرح غرائب العالم الحديث

# كيف يفعلون ذلك

قياس سرعة الأعصار
ضبط قائد الأوركسترا
إيقاع الموسيقيين
لف الشريط اللاصق
إصابة الصاروخ الحراري لهدفه
تظهير صور بولارويد
تصنيع المرايا
مراقبة الهاتف
كيف يعمل كاتم الصوت
زرع الشعر
تعليق الجسور
جمع الكافيار
إحصاء النجوم في الكون
بناء ناطحات السحاب
صناعة علب رغوة الصابون
كيف يعمل فرن المايكروويف
هبوط الغواصة إلى قعر البحر
ترميم اللوحات الفنية
تنظيف نوافذ ناطحات السحاب
إطفاء آبار النفط المشتعلة

تأليف: كارولين سوتون
ترجمة: ماجد طيفور

شرح غرائب
العالم الحديث

# كيف يفعلون ذلك

بسم الله الرحمن الرحيم

## شرح غرائب العالم الحديث

# كيف يفعلون ذلك

تأليف: كارولين سوتون
ترجمة: ماجد طيفور

الطبعة الأولى

1411 هـ ـــ 1991 م



الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers
هاتف: 811373-811385-806983 ـــ ص.ب: 5574-13
تلكس: ABJAD 21583 LE — KHATAB 21713 LE
فاكس: 860138-1-961 ـــ بيروت ـــ لبنان

# فهرس المحتويات

# مقدمة

تمرّ بك يومياً، عزيزي القارىء، أسئلة عديدة لا تجد لها أجوبة، فمثلاً تتساءل وأنت تنظّف أسنانك كيف لا تتداخل الطبقة الحمراء بالبيضاء في معجون الأسنان؟ ثم تنسى الموضوع برمته لأنك لا تريد أن تجهد نفسك بالتحليل أو البحث في كتاب علمي عن الجواب. وكذلك أثناء مشاهدتك للألعاب السحرية على شاشة التلفزيون، تتساءل كيف يقوم «الساحر» بقطع امرأة إلى نصفين؟ وبالتالي تجهد نفسك بالنظر والتركيز علّك تلمح هفوة «للساحر»، ولكن بدون نتيجة، فلا نظرك ولا تحليلك العلمي يوصلانك إلى جواب لسؤالك كيف؟ وأسئلة أخرى عديدة تمرّ بك يومياً بدون جواب.

ولكن الآن قد حان الوقت للإجابة على جميع أسئلتك. فبين يديك مجموعة كبيرة من الأسئلة قام بجمعها والإجابة عليها أحد العلماء في الولايات المتحدة ووضعها في كتابين شيّقين لاقا إقبالاً منقطع النظير، ورأينا ترجمتها إلى اللغة العربية تعميمًا للفائدة ولإجابتك على كل سؤال يبدأ بكلمة كيف؟

الناشر

؟

## كيف تتم عملية توزيع البريد بالشكل الذي يضمن أن تصل رسالة أودعتها صندوق البريد في نيويورك إلى عنوان منزل في لوس انجلس ببضعة أيام فقط؟

عندما تُودعُ رسالتك صندوق البريد، وأنت على عجلة من أمرك، قد تتوقف لثوان للاطلاع على لائحة مواعيد تجميع البريد، ولكنك لن تذهب أبعد من ذلك لتتأمل في العملية الضخمة التي تشمل فرز البريد وتوزيعه على مدار الساعة وبشكل غير منظور.

والذي يحصل أنه بعد لَمّ البريد من صناديقه، يتم نقله إما إلى مركز فرعي للبريد في المحلة، وإما مباشرة إلى مركز التوزيع، الذي تضم نيويورك وحدها منه حوالي الأربعة مراكز. وهناك في المركز، يكون من نصيب الرسائل على أنواعها (مسجلة، تسليم خاص، إلى آخره. .) عدة مصائر. ولكننا فيما يلي سوف نتناول مصير رسائل الدرجة الأولى ومن القياس الاعتيادي.

كبداية يوضع خليط الرسائل على حزام جهاز ميكانيكي لنقل الرزم البريدية، والذي بدوره ينقلها باتجاه الآلة الأولى، وهي عبارة عن غربال آلي يفصل الرزم البريدية الكبيرة عن الصغيرة منها. وبدورها تتجه الرسائل ذات الحجم الاعتيادي إلى آلة من نوع «مارك ــ 2» (Mark-II)، يشرف عليها موظف واحد على الأقل، وتكون مهمتها قلب الرسائل على وجهها كي يسهل فرزها ثم شطب الطابع البريدي بخطوط متوازية حتى لا يعود صالحاً للاستعمال ثانية. والذي تفعله هذه الآلة أنها تقوم بدفع الرسائل التي يكون الطابع البريدي ملصقاً عليها من الجهة اليمنى العليا إلى الشطب ومن ثم إلى الحاويات النقالة، فيما تعمل بواسطة أنابيب دائرية متداخلة تلف باستمرار، على قلب الرسائل كي تأخذ موضعها الصحيح، ومن ثم تدفع بها إلى الناقلة. وتعمد هذه الآلة عن طريق شحنات ضوئية ما فوق البنفسجية بداخلها إلى كشف مكان الطابع من خلال صبغة فوسفورية خاصة عليه، وبالتالي تبعد تلك الرسائل التي تتضمن طوابع بريدية

مزورة أو التي ليس عليها أي طابع. وبإمكان هذه الآلة أن تستقبل حوالي 20 ألف رسالة بالساعة الواحدة.

أما في حال دخلت الآلة رسالة مطوية أورزمة بحجم أكبر من الرسالة العادية وعلقت داخلها، فإن من مهام الموظف المنوط بمراقبتها إزاحتها فوراً، وإلا تجمعت الرسائل الأخرى بداخلها في خلال ثوان معدودة، واصطدمت ببعضها كما يحصل عند اصطدام عدة سيارات مسرعة ببعضها على الطريق العام. وفي هذه الحال يقوم الموظف بتولي فرز الرسالة المطوية أو الممزقة يدوياً وبنفسه فيما تبقى من خطوات عملية الفرز.

وإذا ما جرت الأمور على هواها ومن دون عقبات، فإن مهمة موظفي البريد التالية هي نقل الرزم البريدية المشطوبة بعناية إلى آلة أخرى ضخمة إسمها «آلة فرز الرسائل»، ويشار إليها عادة برمز «أل. أس. أم» (LSM). ويوجد لدى مركز مورغان لتوزيع البريد في مانهاتن، وهو من أكبر المراكز في العالم، سبع عشرة آلة من هذا النوع. وتحوي كل آلة منها اثنتي عشر مفرزة، وكل منها متصل بحائط كبير مؤلف من 277 صندوق مختلف. وتقوم رافعتان بوضع الرسائل في حاويات موضوعة إلى جانب كل عامل فرز. ثم تتولى ذراع ماصّة التقاط كل رسالة بدورها ووضعها أمام العامل، الذي تكون مهمته كبس الازرار، التي تشير إلى رمز المنطقة المتوجهة إليها الرسالة، على آلة الفرز. وتستغرق هذه العملية ثانية واحدة بالرسالة. وفي هذه المدة القصيرة يتحتم على العامل ايجاد الرمز (الذي غالباً ما يكون غير مقروء على الرسالة)، وكبس الازرار الصحيحة، والاستعداد للرسالة التالية. وفي حال كان البريد محلياً، فإن العامل لا ينظر إلا إلى الرقمين الأخيرين من الرمز، والذين يشكلان عنوان فرع البريد المحلي. أما إذا كانت الرسالة متوجهة إلى كاليفورنيا مثلاً، فإن وظيفة العامل أن يطبع الأرقام الثلاثة الأولى أو حتى الأرقام الخمسة كلها؛ بحسب توزيع المناطق. وتشير عادة الأرقام الثلاثة الأولى إلى المنطقة، وهناك تسع مناطق مختلفة في الولايات المتحدة ومركز واحد للمناطق. (وفي حال لم يكن رقم المنطقة مطبوعاً على الرسالة فإن ذلك يؤخر تلقائياً من عملية فرز الرسالة، والتي تخضع عند ذلك لعملية فرز يدوية). وتوجه الأرقام التي يطبعها العامل على الآلة الرسالة باتجاه حزام آلي ينقلها بدوره إلى الصندوق المناسب هي وغيرها من الرسائل المتجهة إلى المنطقة نفسها. وهنا يقوم خمسة عمال يقفون بجوار الصناديق بتفريغ كل صندوق حال امتلائه داخل كيس قماشي كبير يتم إرساله إلى الجهة المرجوة.

وتسافر رسائل الدرجة الأولى عادة بالجو، هذا إذا لم تكن هذه الرسائل متوجهة إلى عنوان محلي أو إلى ولاية قريبة مجاورة للمركز. ولذلك فهي تنقل إلى المطار. وتتوافر في مطارات كنيدي، أو لاغارديا، أو نيوارك، الوسائل البريدية اللازمة لاستلام الرزم، ومن ثم تحميلها على أية

خطوط طيران تجارية متوفرة. وهناك احتمال كبير أن تصل رسالتك المطار بعد أثنتي عشرة ساعة فقط من زمن ارسالك لها. وهذا يعود إلى استمرار مراكز البريد بالعمل ليلاً نهاراً، ومقدرتها على توزيـع 17 مليون رسالة يومياً في ولاية نيويورك وحدها. ويتكثف عادة العمل في الليل (وبالتالي فكلما ابكرت بتسليم رسالتك كلما وصلت إلى وجهتها بسرعة أكبر، حيث أن حجم البريد يزداد بزيادة ساعات النهار). وبالنسبة للرسائل المحلية فهي لا تحتاج لأكثر من يوم واحد لوصولها؛ فيما تحتاج الرسـائل المتـوجهة إلى ولايـات قريبـة من نيويـورك (مثل بنسلفـانيا، ونيـوجرسي، وكونيكتيكت، وماساتشوستس) إلى يومين بالأكثر، والرسائل المتوجهة من نيويورك إلى كاليفورنيا إلى ثلاثة أيام عموماً.

وفي مدينة لوس انجلس تقوم منشأة البريد في المطار بإرسال طرود البريد إلى مركز التوزيـع المناطقي المناسب، وهناك تدخل الرسائل مجدداً آلة فرز الرسائل لتتوجه من ثم إلى فروع مراكز البريد المعينة. وتتسلم مراكز البريد المحلية البريد ليلاً، فتقوم بفرزه يدوياً وبحسب الشارع والمنطقة، ثم تضعه في صندوق البريد الخاص بهذه المنطقة. وفي الصباح الباكر يتسلم ساعي البريد رزمته، ويفرزها بدوره حسب عنوان البناية، ثم يقوم بجولته. والواقـع أنه حالما يوضـع الرمز البريدي ذو الأرقام التسعـة، والذي وضعت مشـروعه مصلحـة البريـد في شباط/فبراير 1981، موضـع التنفيذ، عندها يصبـح بإمكان آلة الفرز المزودة بالتكنولوجيا الحديثة أن تفرز البريد بدقة بحسب الشارع والمنزل. وتعتمد هذه التكنولوجيا الحديثة على النظام المتطور لقراءة الحرف آلياً (AOCR)،والذي يتم استخدامه حالياً بدرجة محدودة. وتعمل هذه الآلة، وبشكل تلقائي، على قلب الرسالة على وجهها الصحيـح، وشطب الطابـع، وفرز العنوان، بمعدل 40 ألف رسالة بالساعة. وتبقى المشكلة الوحيدة هي في أن هذه الآلة المتطورة لا تصلـح إلا للرسائل ذات القياس المعتاد، والمطبوع العنوان عليها بالآلة الكاتبة. وهذا قد يكون مناسباً للشركات التجارية التي تستخدم وسيلة البريد بكثرة، إلا أنه لا يناسب بالتأكيد المجموعة الضخمة من الرسائل المتعددة الأحجام التي تتجمـع خلال فترتي أعياد الميلاد وسانت فالانتاين. والعام 1986 هو عام استبدال على الأقل نصف عدد الآت فرز الرسائل بقارئات الأحرف الآلية التي تكون مهمتها قراءة الرمز المناطقي، ومن ثم تمرير الرسالة إلى آلة أخرى تطبـع الرمز بشكل مستطيل على ظرف الرسالة، الأمر الذي سوف يسهل عملية فرز البريد من أول وحتى آخر لحظاتها.

؟

## كيف يهتدي الحمام الزاجل إلى بيته؟

لطالما انبهر العلماء أمام قدرة هذه الطيور الصغيرة الحجم، والخفيفة الوزن (وزنها لا يزيد عن 1 باوند)، والتي تُعرف بالحمام الزاجل، على الاستهداء إلى خط طيران دقيق جداً، ولمسافات طويلة، وعلى تتبع هذا الطريق في ظروف الجو الرديئة كما في الجيدة منها. ولربما كشف لنا الجواب حول كيفية اهتداء الحمام إلى مواطنه اللغز حول مسألة أخرى بالغموض نفسه، وهي هجرة الطيور. فهناك مثلاً علامة استفهام موضوعة حول قطع طيور الغِرِّيد الصغيرة مسافة ألفي ميل من دون أن تضيّع طريقها.

وتزداد قناعة علماء الطيور اليوم من أن الحمام الزاجل يستخدم عدة وسائل ـ متطابقة أحياناً ـ لتحديد خط طيرانه. فالحمام، مثله مثل بقية الطيور المهاجرة، تقرأ ـ على ما يبدو ـ مواقع الشمس والنجوم لترسم طريقها. وزيادة على ذلك، فمن الممكن أن يحوي دماغ الحمامة مادة مغنطيسية يمكنها من كشف أي اختلاف على مستوى حقل مغنطيس الأرض، وبالتالي تحديد وجهة سيرها.

إلا أن هذا التوجه العام لا يكفي لتفسير قدرة الحمام الملاحية تفسيراً كاملاً. وعلى هذا فلا بد أن تكون هناك قدرة حِسِّية أخرى لدى الحمام. وهنا يجدر الذكر أن الحمام لا يعتمد على بصره الحاد من أجل معرفة طريقه، وهو الأمر الذي كشفته اغلبية التجارب التي تعمدت تغطية اعين الحمام بلاصقات مغبّرة، فتبين أنه رغم ذلك اهتدى الحمام موضع التجربة إلى طريقه. ويذهب باحثون ايطاليون إلى أن الحمام يستخدم قدراته الشمّية بجزء كبير للملاحة. وأيضاً لدى عالم البيولوجيا ميل كريثر من جامعة كورنيل، حيث تجري اغلبية التجارب على الحمام الزاجل، نظريات أخرى مثيرة للفضول. فالحمام ـ على حد قول هذا العالم ـ يرى ويتحسس الضوء المستقطب، وبناء على قدرته لرصد وجهة سير هذا الضوء بالإضافة إلى التغييرات في وجهة سيره يتمكن الحمام من تمييز طريقه. وزيادة على ذلك فإن للحمام قدرة حسّية للضوء الما فوق البنفسجي، مما يقدم جواباً آخر على التساؤل. ثم أن بإمكان الحمام أن يرصد أي تغيير في علوّ طيرانه، حتى ولو كان هذا التغيير ضئيلاً ولا يتعدى العشرة أقدام. وهذا يعود إلى قدرة الحمام على كشف التغييرات الضئيلة جداً في الضغط الجوي (مثل الهبوط الزئبقي بمعدل 0,07 ملليمترات). وهذه القدرة تمكن الحمام من الحفاظ على خط سير ثابت، وتمكنه أيضاً من معرفة الأحوال الطقسية أمامه، حتى ولو كانت بعيدة منه. وأخيراً نذكر قدرة الحمام على سماع الأصوات الخافتة جداً، والتي تصل إلى حدود 0,05 هرتز. وتصدر هذه الأصوات الخفيفة

جداً، والتي ليس بمقدورنا نحن سماعها من دون أجهزة معينة، عن الارتفاعات الجبلية، والأمواج في البحار، وأصوات البرق والعواصف. ولربما تقدم الأمواج العالية، والتي تقطع مسافات طويلة قد تصل إلى مئات الأميال، نمطاً آخر لاستهداء الحمام الزاجل إلى موطنه.

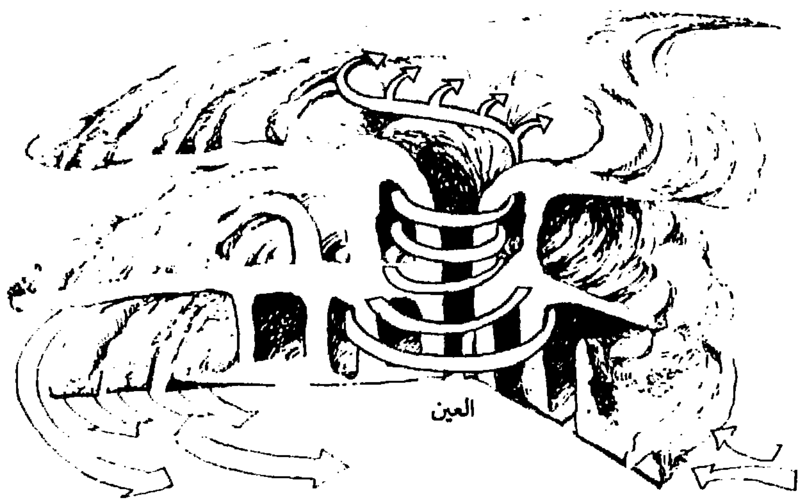
؟

## كيف تُقاس سرعة الإعصار المتنقل؟

تعتبر الإعصارات من نوع الزوابع الاستوائية. وتسمى هذه العواصف الشرسة بـ«التيفون» في المحيط الهادىء، حيث تتكرر باستمرار؛ وبـ«الأعاصير» في المحيط الأطلسي؛ وبـ«الزوابع» في المحيط الهندي وأستراليا. وتظهر هذه العواصف أكثر ما تظهر في المناطق المجاورة لخط الاستواء (وليس على خط الاستواء)، وبالأخص في النقاط التي تكون حرارة سطح الماء قد سخنت فيها إلى أكثر من 78 درجة فهرنهايت. وفيما تدور الأرض على نفسها، وعند انحدار الأرض إلى شمال وجنوب خط الاستواء، تتحول تجمعات الغيوم إلى دوامات محتملة. وتؤدي عملية الامتصاص من قبل الرياح في الطبقات العليا من الجو إلى تشكيل تيار هوائي متصاعد في وسط تجمع الغيوم على علو 35 ــ 40 ألف قدم. ويلف الهواء الرطب باتجاه الدوامة، ويرتفع داخل تجمع الغيوم، ثم يخرج من الجهة العليا للدوامة. وتستمد هذه العاصفة قوتها بشكل رئيسي من الحرارة التي تخرج عن بخار الماء المتكثف والمتأتي من سطح الماء الساخن. وتوازي سرعة العاصفة البدائية حوالي 15 ميلاً بالساعة، إلا أن هذه السرعة قد تزداد إلى حدود 60 ميلاً أو أكثر بالساعة كلما ابتعد الإعصار عن خط الاستواء. وتظل ثورة هذا الإعصار دائرة لما بين الخمسة والعشرة أيام، وتغطي مساحة توازي 50 ــ 125 ميلاً من الأرض، وسط رياح عاصفة قد تنتقل بسرعة من 20 ــ 30 ميلاً إلى 100 ميل بالساعة خلال دقائق معدودة. وتلف أقوى الرياح داخل ما يسمى بـ«عين» العاصفة (أو في محورها الداخلي)، وتدور لجهة عقرب الساعة عند النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، وبالاتجاه المعاكس عند الشطر الشمالي منها.

ومع أن رياحاً قد تهب في أي زمان وفي أي مكان من الكرة الأرضية وبقوة الإعصار (65 ميلاً بالساعة)، إلا أن ما يميزها عن الإعصار أو الزوبعة هو «عينها» المركزية المميزة. فبواسطة هذه «العين»، وعن طريق تتبع مسارها يتمكن المتنبئون بحالة الطقس من تحديد سرعة سير الإعصار. وتستطيع الأقمار الصناعية أن تلتقط صوراً للإعصار كل نصف ساعة، وأن

تحدد مكان العين بسهولة ووضوح على الخارطة على مدى ساعات أو أيام. (ويبدو وشكل الإعصار من علو القمر الاصطناعي وكأنه مجرة حلزونية كبرى).




وفي حال وجود الإعصار بقرب خط ساحلي، عندها يتم استخدام الرادار لكشف مسار عين العاصفة، والتقاط الصور لها، وتحديد مواقعها على الخارطة. وتملك مصلحة الطقس الوطنية بحوزتها سلسلة منشآت لرادارات الطقس على طول الخط من تكساس إلى نيوانغلاند باستطاعتها تتبع مسار الأعاصير باستمرار.

وفي أثناء الحرب العالمية الثانية، ولدى خسارة الولايات المتحدة لأسطول بحري تابع لها ضربه الإعصار، صممت الإدارة الأميركية منذ ذلك الحين على استخدام الطلعات الجوية لطائرات الاستكشاف كوسيلة للانذار المبكر. واليوم يوجد لدى كل من سلاح الجو الأميركي ودائرة المحيطات والجو الوطنية طائرات مجهزة برادار، يقتصر عملها على تقدير مواقع الأعاصير. وتقوم هذه الأجهزة حتى بإرسال الطائرات مباشرة داخل «عين» الإعصار من أجل الحصول على مزيد من المعلومات المفصلة، ومن أجل رسم خط سير الإعصار، وقياس سرعة الرياح، وحقول الضغط الجوي. ومع أن هذه العملية تستلزم طيارين شجعان للقيام بها كما يبدو، إلا أن مركز الأعاصير الوطني في ميامي يقول إن هذه العملية ليست بأكثر خطورة من قيادة السيارة على الطريق العام داخل الازدحام.

يبقى الاعتراف أن أياً من هذه الوسائل هو بالدقة اللازمة. بخاصة وأن «عين» العاصفة تكون على بعد عشرة أميال أو أكثر، مما يجعل من عملية تحديد مراكزها بدقة مسألة صعبة. وتتأتى

كذلك الأخطاء في التقدير من المصاعب الملاحية الخاصة بالطائرة؛ فكلما استطاع قائد الطائرة تحديد مكانه بدقة كلما جاءت تقديراته لمراكز الإعصار دقيقة هي الأخرى. وتقوم أجهزة ملاحية متطورة بمراقبة الطائرة وتحديد مسارها، ومنها جهاز رادار دوبلر Doppler، إلا أنه كلما ابتعدت الطائرة عن خط الساحل كلما زادت صعوبة تتبعها عن طريق الرادار.

؟

## كيف يُتنبأ بمسار الإعصار؟

تقوم مصلحة الطقس القومية بالتنبؤ بمسار الإعصار مباشرة بعد اكتشاف مكان وجود العاصفة، وذلك تحسباً للاضرار الناجمة عنها من دمار وفيضانات. وتعتبر عملية التنبؤ عملية تقنية جداً، إلا أنها ترتكز على أساليب عدة بالإمكان عرضها بشكل عام.

فهناك مثلاً نظرية الاستمرارية، التي يفترض متبنوها أن عاصفة ما سوف تلازم مسارها الحالي من دون تغيير. وتؤيد هذه النظرية معلومات أخرى مبنية على علم الطقس، تقول إن العاصفة الحالية تشابه عاصفة أخرى سبقتها. وذلك يفترض وجود «عوائل» من مسارات العواصف، بحيث تتبع العاصفة الحالية مسار أخرى سبقتها بمئة عام مثلاً، واتخذت طريق خط العرض نفسه والسرعة نفسها. وهناك طريقة أخرى يمكن عرضها وهي تُدخل في الاعتبار مسألة الطقس في منطقة الإعصار، أو انماط الرياح في تلك المنطقة، كحال منطقة برمودا العليا في الأطلسي على سبيل المثال. وتسمى عملية التنبؤ عن طريق هذه الخطوط بـ«التنبؤ المعلوماتي». إذ يتم إدخال كل المعلومات التي يمكن التنبؤ بها حول حالة الرياح في منطقة العاصفة داخل الكومبيوتر، الذي يقوم بدوره بالتنبؤ بمسار دوامة الإعصار. لكن مشكلة هذه الطريقة تكمن في صعوبة الحصول على كثير من المعلومات المتعلقة بحالة الطقس، بخاصة إذا قامت هذه العاصفة في وسط المحيطات، وأخيراً، يمكن الخروج بأرقام إحصائية يتم التنبؤ بها عن طريق تجميع المعلومات بواسطة الطرق السابقة، ومن ثم تنظيم هذه الأرقام على شكل معادلة حسابية تبين المسلك المستقبلي للعاصفة.

؟

## كيف يتم إدخال إجاصة كاملة داخل زجاجة شراب الإجاص؟

إذا كنت تقود سيارتك على طريق ريفي، وأنت تنظر بهدوء إلى السهول الخضراء وكروم العنب، فقد تشعر فجأة وكأنك فقدت صوابك. فتغمض عينيك، وتسأل نفسك أي نوع من الشراب شربت، لتعود وتفتح عينيك مجدداً، فترى، احزر ماذا؟.. زجاجات تنمو على أغصان الشجر.

ومع أن باستطاعة المخرجين على التلفزيون أن يحشروا حبة بندورة كاملة من دون أن تنفعس داخل زجاجة رفيعة من «كتشب هاينز»، إلا أنه في عالم الواقع لا يمكن ـ وبأية طريقة ـ ادخال إجاصة ناضجة بسلامة داخل زجاجة (ولا حتى حبة بندورة!!). إذن، الذي يحصل هو أن زراعي الإجاص الفرنسيين يعلقون الزجاجة على غصن شجرة إجاص مزهرة، بحيث تكون حبة الفاكهة النامية داخل الزجاجة. ومن ثم تنمو هذه الثمرة وتكبر وتنضج داخل الزجاجة. بعد ذلك يتم شحن الزجاجات والإجاصات بداخلهن إلى منطقة الالزاس الفرنسية، حيث تمضي عملية التقطير والتعبئة لمشروب الإجاص.

ولا يرى متذوقو المشروبات في زجاجة الشراب التي تحوي إجاصة كاملة بداخلها أكثر من مادة للحديث لا غير، إذ أن الإجاصة لا تضمن المستوى الرفيع لذلك المشروب.

؟

## كيف يقرر صورة من ستطبع على عملة الولايات المتحدة الورقية؟

لقد صدر قرار عن مجلس النواب الأميركي في العام 1962 يعين وزير المالية الأميركي على أنه صاحب القرار في اختيار الإنسان الذي سيكون له شرف طبع صورته على العملة الأميركية. وفي أغلب الحالات، فإن وزير المالية يلجأ بدوره إلى مسؤولي وزارته من أجل النصح، وكذلك إلى مدير مكتب حفر الكليشيهات والطباعة، أو أحياناً إلى رئيس البلاد نفسه، قبل إصدار قراره الأخير.

وبالنسبة لصور وجوه الشخصيات التي تظهر على عملات الولايات المتحدة الورقية اليوم،

فقد تم اتخاذ القرار بشأنها من قبل لجنة خاصة عُيِّنت في العام 1925 من قبل وزير المالية أندرو و. ميلون. وقد قامت هذه اللجنة بإجراء تعديلات على حجم الأوراق المالية، وبمراجعة أساليب الطباعة، ثم اتخذت القرار في العام 1928 الذي ينص على أن تصاوير رؤساء الولايات المتحدة المتعاقبين هي التي يجب أن تظهر على عملة البلاد، لأن «لأولئك ذكراهم التي لا تمحى من أذهان الشعب أكثر من غيرهم». إلا أن ميلون رفض هذا القرار معتبراً أن لوزير المالية الأول، الكسندر هاميلتون، ولبنجامين فرانكلين، أيضاً ذكراهما لدى الشعب الأميركي. ولكن نظراً لشعبية جورج واشنطن الكبرى فقد قررت اللجنة أن ترسم شبهه على ورقة العملة ذات القيمة الأكثر تداولاً بين الناس، وهي ورقة الدولار الواحد. والجدير بالذكر أنه فيما قبل حملت عملة الدولار الواحد عدة تصاوير لشخصيات مختلفة. ففي الأعوام 1861 ـــ 1864 حملت هذه العملة ذات القيمة المتدنية صورة وزير المالية، سالمون ب. شيس؛ وفي العام 1886 حملت رسم مارتا واشنطن؛ وفي العام 1896 صدرت مجموعة تثقيفية حملت رسوماً تاريخية لنصب واشنطن ولعظماء أميركيين آخرين.

وبحسب ما ذكر كتاب «تاريخ مكتب حفر الكليشيهات والطباعة: 1862 ـــ 1962» فإن لجنة العام 1928 طرحت اسم جيمس أ. غارفيلد كإقتراح محتمل لعملة فئة الدولارين، وذلك بسبب «شعور الأميركيين تجاه رؤسائهم الشهداء، وبسبب لحيته الكثة التي تميزه عن بقية الرؤساء الحليقي الذقون كواشنطن وغيره...». ولكن هذه المرة أيضاً رفض ميلون الاقتراح، وقرر وضع صورة توماس جيفرسون على عملة فئة الدولارين.

ومع ذلك فإن عملية اختيار تصاوير الشخصيات التي تظهر على عملة الولايات المتحدة الورقية تظل غامضة. ويعترف مكتب الحفر والطباعة أن «السجلات لا تقدم الأسباب لتفضيل بعض التصاوير على أخرى».

؟

## كيف يقرِّر وجه من سيحفر على قطع النقد الأميركية الحديدية؟

يحظى مدير دار الضرب (حيث تسك العملة) بأفضلية اختيار تصاميم القطع النقدية الحديدية الأميركية، مع الرجوع طبعاً إلى وزير المالية الأميركي. إلا أن قراراً عن مجلس النواب الأميركي، رقم 31، الفقرة 276، والمعمول به منذ العام 1890، يحظر إجراء التعديلات على أية قطعة نقدية إلا مرة واحدة كل 25 سنة. والحقيقة أنه لم يمكن لأحد أن يتجاوز هذا القرار إلا بعد مرور مئة عام على وفاة إبراهام لنكولن، حين ظهرت صورته على قطعة السنت الواحد،

فكانت تلك البادئة التي لم يسبق لها مثيل. إذ كان مجلس النواب قد ضمّن قراره شرطاً يفيد بأن على كل قطعة نقد أميركية أن تحمل رمزاً للحرية. فكان صدور «سنت لنكولن» بداية لاعتراف دار الضرب بأن بعض الشخصيات المعروفة في تاريخ الولايات المتحدة، والتي لم تعد موجودة على قيد الحياة، تمثل رمز الحرية.

وفي بعض الحالات، قام مجلس النواب بذاته بتقديم اقتراحات لتصاميم قطع النقد الأميركي. ففي مناسبة مرور مئتي عام على ولادة واشنطن، على سبيل المثال، قرر المجلس وضع رسمه على قطعة النقد من فئة الربع دولار. وكذلك، وفي العام 1963، صدر قرار عن الكونغرس بوضع رسم جون ف. كينيدي على قطعة النقد من فئة النصف دولار، كما صدر قرار آخر في العام 1970 بوضع رسم دوايت د. ايزنهاور على القطعة من فئة الدولار الواحد.

ولكن ذلك لا يعني أن قرار دار الضرب لا يتأثر بمشاعر الجمهور؛ ففي العام 1946 كان للرأي العام الأميركي الدور الأكبر في التأثير على الدار لجهة وضع رسم فرانكلين د. روزفلت على فئة العشرة سنتات، وذلك بعد وفاته بعام واحد.

ويشير البند 31، الفقرة 324، من القانون الأميركي، الذي يعود للعام 1873، إلى ضرورة وجود المحفورات على قطع النقد الأميركية. وقد تم تعديل هذا القرار في العام 1970 على الشكل التالي:

> يجب أن يظهر على أحد وجهي قطع النقد الأميركي تصوير يرمز إلى الحرية، ويكون ممهوراً أيضاً بكلمة «حرية»، فيما يظهر على الوجه الآخر تصوير النسر بالإضافة إلى كلمات «الولايات المتحدة الأميركية»، و «E Pluribus Unum»، وإشارة إلى قيمة هذا القطع النقدية. ويستثنى تصوير النسر من قطع النقد من فئة العشرة سنتات، والخمسة سنتات، والسنت الواحد. كما يجب أن يظهر شعار «نؤمن بالله» على كل قطع النقد. وبالنسبة إلى كل القطع التي سُكّت بعد تاريخ 23 تموز/يوليو 1965، بما في ذلك القطع الفضية من نوع «900 ممتاز»، يسجل عليها تاريخ العام 1964. أما بقية قطع النقد فتحمل تاريخ السنة التي سُكّت أو صدرت فيها. هذا في حال لم يعط وزير المالية توجيهاته بحفر تاريخ السنة التي تسبق تاريخ إصدار هذا القطع، وذلك بغرض تعويض حال النقص في بعض قطع النقد الحديدي.

؟

## كيف تقلّص كمية القطران في السجائر؟

تتحدث شركات السجائر باستمرار عن قلة «القطران» في آخر صنف لديها من السجائر، وكأن القطران بحد ذاته هو مادة منفصلة عن غيرها، يمكن تقليصها بسهولة حفاظاً على الصحة العامة، ويمكن استبدالها بمادة أخرى بالسهولة نفسها حفاظاً على النكهة. أما في الحقيقة، فإن «القطران» ليس مادة مستقلة بحد ذاتها، وإنما هو مجموع ألفي إلى عشرة آلاف عنصر، من بينها مركب الشِبْقَليّ (Alkaloids) وماء النشادر، وثاني أكسيد الكربون، وأحادي أكسيد الكربون، وسيانيد الهيدروجين، وغيرها.. وتُعرف هذه العناصر مجموعة في عالم صناعة التبغ بـ«المادة المجموعة الاستثنائية». وتتشكل هذه المادة عن طريق حرق المادة العضوية، وهي تشمل رقائق التبغ وورق السجائر معاً.

وتستطيع لجنة التجارة الفيدرالية أن تقيس كمية هذه المادة الاستثنائية داخل السجائر عن طريق سحب الدخان الخارج عنها عبر فيلتر خاص إلى داخل آلة ميكانيكية مُدخِّنة. وتخضع السيجارة المنوي إجراء الفحص عليها لبعض الإجراءات، منها إبقائها لمدة أربع وعشرين ساعة داخل مخزن لا تزيد درجة الحرارة بداخله عن 75 درجة فهرنهايت، وبمعدل 60٪ من الرطوبة النسبية. وبعد عملية التخزين هذه يتم حرق السيجارة داخل الآلة المذكورة حتى عقبها. ويُحسب وزن هذه المادة «المبلولة» بقياس الزيادة في الوزن الصافي للفيلتر بعد عملية التدخين. أما احتساب وزن المادة «الناشفة» فيكون بطرح وزن النيكوتين والماء من المجموع. وغالباً ما يظهر الرقم المحتسب هذا على غلاف علبة السجائر من أجل اطلاع المدخنين عليه. والجدير بالذكر أنه في العام 1979 قامت اللجنة المذكورة بنشر لائحة تضم كميات «القطران» والنيكوتين لحوالي 176 صنفاً من السجائر المحلية. وعلى سبيل المثال، فقد قدرت كمية القطران في سجائر «مارلبورو» بحدود الـ 17 ملغ، ولدى سجائر «ميريت» بحدود الـ 8 مللغرامات. ويُعتبر هذا الفرق بالكمية مدروساً ومحسوباً بدقة، ذلك أن الشركات التي تنتج السجائر غالباً ما تستخدم عدة تقنيات من أجل الوصول إلى هذا الرقم.

وإحدى هذه التقنيات، على سبيل المثال، تلجأ بكل بساطة إلى تخفيف كمية القطران عن طريق تقليص كمية التبغ في السجائر، وذلك عبر تضييق قطر السيجارة، أو عبر استعمال نوع خفيف وزغبي من التبغ (وهذا النوع يكون عادة مجففاً بطريقة خاصة بحيث يحفظ حجمه الأصلي حتى بعد نزع الرطوبة عنه). أما تضييق قطر السيجارة فيعني بدوره تقليص حجمها، وبالتالي تضاؤل زمن الاحتراق، مما يؤدي إلى تقليل كمية «القطران». وتشمل التقنية الثانية

توضيب التبغ بطريقة تؤمن احتراقه بسرعة أكبر، حتى أثناء الفترات التي لا يمج فيها المدخن سيجارته.

وتقنية ثالثة تعتمد استخدام نوع خاص، مسامي ونفيذ (تنفذ إليه السوائل)، من الورق، مما يساعد على رفع نسبة الاحتراق وعلى تعديل الدخان بحيث تدخل كمية أقل من مادة القطران إلى رئتي المدخن. ويصنّع هذا الورق بحيث يحوي ثقوباً صغيرة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، كما بالإمكان إضافة بعض المواد إلى التبغ تساعد على احتراقه بسرعة أكبر. وهذا يشكل في الواقع السقف الذي يمكن أن تقبل به شركات التبغ قبل خسارة زبائنها.

ويظل الفيلتر هو الوسيلة الأكثر فعالية لتقليص كمية القطران في السجائر. وغالباً ما تكون الفيلترات مخرّمة بغرض مزج الدخان بالهواء. وكلما إزداد طول الفيلتر وصعبت عملية سحب الدخان منه، كلما إزدادت فعاليته.

## ؟

## كيف يمكن قياس سرعة طابة بيسبول؟

جو اللعبة مشحون. الجمهور صامت ومترقب. «غوس» أوغوساج (وهومن أشهر لاعبي البيسبول في أميركا) يقوم بإحدى رمياته المشهورة. يهوي حامل المضرب بمضربه على الطابة، لكنه يخطئها. وتنتهي اللعبة. ويعلن هوارد كوسيل أن طابة غوساج المميتة ذهبت بسرعة 98 ميلاً بالساعة. ولكن، كيف استطاع معرفة ذلك.

والجواب أنه مثلما يقوم شرطة السير باستعمال الرادار من أجل كشف سرعة السيارة المخالفة على الطريق العام، يستعمل لاعبو البيسبول مسدسات الرادار من أجل قياس سرعة الطابة. إذ يقف حامل مسدس الرادار خلف نقطة النهاية، حيث يقف حامل المضرب، ويُشغل المسدس كلما قام لاعب بيسبول برمي طابته (كما بإمكانه إبقاء المسدس عاملاً طوال مدة اللعبة). ويقوم هذا المسدس الراداري بتسجيل سرعة الطابة كلما قام أحد اللاعبين برميها باتجاه نقطة النهاية.

وتفصيل ذلك أن مسدس الرادار يصدر اشعاعات تموجية معروفة الذبذبة. فتسافر هذه الاشعاعات على شكل مخروطي وبقياس 16 درجة. ثم تقوم الطابة المسرعة بعكس هذه التموجات الاشعاعية باتجاه المسدس. وعندها تقوم الآلة باحتساب الفرق في الذبذبة بين التموجات الأصلية والتموجات المعكوسة، وترجمة ذلك إلى حساب الأميال بالساعة.

؟

## كيف تنظف نوافذ مبنى مركز التجارة العالمية؟

تغسل نوافذ مبنى مركز التجارة العالمية «دائمًا» مرة كل فصل من الفصول الأربعة، وذلك يشمل الطوابق من الرقم 9 إلى 106. (ويستثنى فصل الشتاء فقط من الفصول الأربعة بسبب برودة الطقس وقوة الرياح). وتتم عملية الغسل هذه عن طريق آلة تلقائية لغسل النوافذ ــ تشبه الرافعة ــ يشغلها موظف واحد يقف على سطح المبنى. ويحتاج المبنى إلى آلة واحدة لكل جزء رئيسي (أو واجهة) منه. ويقوم هذا الموظف بتشغيل الآلة عن طريق الـ «ريموت كنترول» (جهاز التحكم عن بعد)، وإنزالها على مزالق حديدية على طول خط النوافذ الممتد على مدى 97 طابقاً. ويشتمل كل جزء رئيسي من المبنى على 248 خطاً من النوافذ، أو ما مجموعه 22 ألف نافذة. وتقوم هذه الآلة بعملها بسرعة البرق، وتنجز مهمتها الكاملة صعوداً ونزولاً بزمن لا يتعدى الـ 33 دقيقة فقط (وإن كانت إنجازاتها على مستوى النظافة لا توازي تلك على مستوى السرعة). وتسافر هذه الآلة صعوداً ونزولاً مسافة 60 قدماً بالدقيقة الواحدة، وهي ترش الماء بواسطة خراطيمها، وتنظف، وتلمع، وتنشف النوافذ. وبإمكانها أن تنجز في اليوم الواحد عشرة خطوط من النوافذ، علمًا بأن الآلة تقوم بتغيير الماء المستعمل في التنظيف آلياً كل خمسة خطوط مرة. ولا يتعدى وزن الآلة بما فيه رأسها المنظف والأسلاك حوالي 3 آلاف باوند.

ونظراً للشكل الذي تبنى عليه المباني فإن غاسلات النوافذ الأتوماتيكية لا تتمكن من القيام بعملها فيما يتعلق بالطوابق العليا من المبنى أو السفلى منه. مما يعني أن نوافذ الطابق 107 من المبنى (وفيه المطعم في الجزء الأول منه وبرج المراقبة في الجزء الثاني) تغسل يدوياً أربع مرات في السنة. ويقوم بهذا العمل الجريء عاملان في المبنى، يتدليان على سقالات وينجزون عملية التنظيف مستخدمين الفراشي والاسفنجات. كما يقوم هذان العاملان بالعملية نفسها فيما يتعلق بالطوابق 1 ــ 6. (وتستثنى من عملية التنظيف الطوابق 7، 8، 108، و 109، وغيرها لأنها تحوي معدات ميكانيكية وآلات مروحية لشفط الهواء خارج المبنى وليست لها أية نوافذ).

؟

## كيف بمقدور مصعد شديد السرعة أن يصعد بك 60 طابقاً بثلاثين ثانية؟

عندما يرتفع بك مصعد 60 طابقاً بمعدل لحظات، فإنك من دون شك ستشعر أن هذا

المصعد يتحرك بسرعة هائلة. إلا أنه في الواقع، لا يرتفع هذا المصعد سوى 800 قدم بثلاثين ثانية، أو 18 ميلاً بالساعة فقط. وإذا ما قارنا هذا المصعد السريع بآخر هيدروليكي بطيء من الذي يستعمل في المباني المؤلفة من خمسة طوابق وما دون، فإن سرعته من دون شك كبيرة. وغالباً ما تستخدم ناطحات السحاب المخصصة للمكاتب أو شقق السكن مثل هذه المصاعد الكهربائية السريعة، لا بل يعتبر أسرعها على الإطلاق في الولايات المتحدة ذلك المستخدم في مبنى جون هانوك بشيكاغو. إذ يتحرك هذا المصعد بسرعة 900 قدم في ثلاثين ثانية.

ويعمل مصعد كهربائي حديث بواسطة آلة سحب غير مسننة (من دون مغير للسرعة)، تعتمد على نظام الرافعات، التي كان المصريون القدامى الذين بنوا الأهرامات أول من طورها. ويتعلق المصعد من طبقته العليا بنحو ستة إلى ثمانية كابلات فولاذية، أو حبال رافعة. وتمتد هذه الحبال حتى غرفة المصعد في أعلى المبنى حيث توجد الآلة الرافعة. وهناك تنعقد حول دولاب مثلوم أو بكرة محزوزة يقيس قطرها حوالي 30 ــ 48 إنشاً، لتتدلى من جديد داخل منفذ المصعد، حيث ترتبط أطرافها بثقل مضاد ينزلق هو الآخر على سكك حديدية. ويعمل ثقل المصعد من جهة وثقل الوزن المضاد من الجهة الثانية على تثبيت حبال المصعد داخل أثلام بكرته المحزوزة. فيما يقوم محرك ضخم بطيء السرعة بتأمين دوران البكرة بسرعة حوالي 50 ــ 200 دورة بالدقيقة الواحدة، وبالتالي تحريك الكابلات ورفع كابينة المصعد. ولا يحتاج هذا المحرك الضخم إلى رفع كامل وزن المصعد وركابه، حيث أن الثقل المضاد الذي ينزلق نزولاً فيما يرتفع المصعد يوازن ثقل الكابينة وحوالي نصف وزن ركابها. ويحتاج عموماً أي مصعد يرتفع بسرعة تفوق الــ 250 قدماً بثلاثين ثانية إلى آلة سحب ثانية، تكون بكرتها المتصلة بالحبال موجودة تماماً تحت البكرة الأولى الأساسية.

؟

## كيف يتم اكتشاف زيف لوحة زيتية متقنة الصنع؟

في العام 1947، مَثَلَ هانزفان ميغرين، وهو فنان ألماني ومزور من الطراز الأول، أمام المحكمة بتهمة بيع كنز وطني ــ هو عبارة عن لوحة للرسام المشهور فيرمير ــ إلى الزعيم النازي هرمان غورينغ. وقد ألقي ميغرين في السجن رغم اعتراضاته بأنه في الواقع خدع غورينغ. إلا أنه رغم ذلك فقد تميز عمله الفني الرائع بدقة شديدة، وإقناع شديد، لدرجة أن أحداً لم يصدقه. وقد أصرّ الجميع على أن تلك اللوحة التي أصبحت الآن في أيد نازية لم يكن

ليرسمها أحد إلا فيرمير نفسه. وهكذا لم يكن أمام فان ميغرين سوى رسم لوحة أخرى لفيرمير للخلاص بجلده وإقناع السلطات المشككة بصدق ادعاءاته. ولم يشتهر ميغرين كمزور في عقد الثلاثنيات وأوائل الأربعينات إلا في الفترة التي تلت ذلك. وقد صار هذا الفنان المغمور، الذي لم يسلم له عمل فني خاص من إزدراءات النقاد، أشهر مزور في التاريخ. وقد وصلت أرباحه من هذا العمل إلى 1,680,000 دولار.

ورغم أن بعض الوسائل العلمية كانت موجودة في الثلاثينات من هذا القرن لكشف زيف اللوحات الفنية، إلا أن الحرب في الواقع هي التي أمنت لفان ميغرين بعض الغطاء. ومع ذلك فقد اشتملت اللوحة التي باعها إلى غورينغ على خطأ مميت لم يكتشفه الدكتور بول كورمانز من بلجيكا إلا أثناء محاكمة ميغرين. إذ كان أزرق الكوبالت (لون أزرق مخضر) الذي استعمل في رسم اللوحة لوناً غير معروف في أيام فيرمير.

وكان الفضل للوحات ميغرين المزورة، والتي استلزمت معرفة حميمة جداً بأسلوب فيرمير، في أنها أعادت إلى الأذهان ما كان بإمكان فيرمير نفسه أن يفعله في بدايات مهنته. وغير ذلك، هناك أنواع عدة من التزوير للأعمال الفنية. فهناك مثلاً النسخة المباشرة، وهي عبارة عن نسخة مأخوذة عن الأصلية مباشرة. كما أن هناك العمل الفني، الذي يعتمد على عدة عناصر مأخوذة عن بعض الأعمال الأصلية للفنان، والتي توضع كلها في خدمة عمل فني جديد مقلد. وهناك ثالثاً اللوحة الممسوحة، وهي عبارة عن لوحة أصلية يتم تزيينها أو إدخال بعض التعديلات عليها بحيث يتم اخفاء اسم الفنان الأصلي أو تغيير الصورة نفسها.

وتعتمد الوسائل المختلفة لكشف اللوحة المزورة على خبرات المؤرخين الفنيين، والخبراء في علم المعادن وعلم استخراج المعادن، وعلم الكيمياء العضوية وغير العضوية، وعلم البلوريات، من جهة، وعلى كشف الخشب والألياف التي تتألف منها اللوحة من جهة أخرى. ومع أنه ليس هناك من طريق معينة متبعة لكشف عملية التزوير، إلا أن الخبير العارف جداً بالأعمال الفنية وتاريخها، وبعملية صنع الأيقونات، والتشكيل، والأسلوب، بإمكانه أن يلحظ اللوحة المزورة بثوان معدودة. وهناك قصة تروي أن أحد هواة جمع الأعمال الفنية استدعى أحد هؤلاء الخبراء للتدقيق في لوحة مزعومة بأنها تعود لـ «دوتشيو». ونظر هذا الخبير إلى اللوحة للحظات ثم قال: «آه، من المستحيل أن تكون هذه اللوحة من أعمال دوتشيو. لأنني كلما نظرت إلى أحد أعماله أنتشي»!. ومن المعروف أنه قبل إدراج أساليب الكشف العلمي للتزوير كان السعي وراء خبرة المؤرخ الفني (وهي تأخذ وقتاً للدراسة أطول من الوقت الذي استلزم خبير دوتشيو لمعرفة زيف اللوحة) هو الامتحان الأساسي لمصداقية العمل الفني. وأول ما يلاحظه هكذا خبراء هو أن ضربة الفرشاة في اللوحة المزيفة تكون محسوبة وسطحية، أما في اللوحة الأصلية فتكون مباشرة

وآنية. كما أنهم قد يلاحظون في التزوير قطعة أثاث أو موضة ثياب لم تكن معروفة في زمان الفنان المزعوم.

أما التقنيات الحديثة للفحص فهي تشمل دراسة الخصائص الكيماوية والفيزياوية للمواد التي استعملت في ذلك العمل، وكذلك التغييرات التي حصلت له بمرور الوقت. (والجدير بالذكر أن العديد من هذه الفحوصات لا تنفع إلا عند دراسة عمليات التزوير التي تتناول أعمال الفنانين الكبار القدامى لا الأعمال الحديثة).

وتستخدم أشعة X لتسجيل علاقة الكثافة بين المواد المستخدمة في العمل. إذ تكشف هذه الأشعة ما إذا كانت هناك لوحة ثانية تحت الأولى، أو ما إذا وجدت شقوق غير تلك الموجودة في عمق اللوحة، الأمر الذي يدل على أن الطبقة السطحية من اللوحة هي أحدث من الطبقة الأعمق. وقد يذهب بعض المزورين إلى حد محي بعض الدهان عن اللوحة من أجل إضافة توقيع مزور. وبهذه الطريقة من الكتابة على الطبقة السفلى للوحة لا على السطح يبدو للعين المجردة وكأن التوقيع المضاف هو جزء من اللوحة الأصلية. إلا أن الأشعة ما تحت الحمراء وأشعة X تساعد في هذا المجال لكشف أية آثار احتكاك بالقرب من أحرف التوقيع. ويصل الحد ببعض المزورين إلى درجة حفر بعض الثقوب التي يسببها الدود أحياناً في خشب اللوحة من أجل اضفاء طابع القدم عليها. إلا أن آلة الراديو غراف (وهي آلة تظهر صوراً بواسطة أشعة مختلفة عن أشعة الضوء) تفضح وسيلة التزوير تلك بإظهار أن الاتجاه الذي تكون عليه الحفر يختلف عن ذلك الذي تسببه دودة خشب. وتساعد هذه الآلة حتى في كشف تاريخ صنع المسامير في إطار الصورة.

من جهة أخرى تساعد الأشعة ما فوق البنفسجية على كشف عملية إعادة رسم اللوحة، أو إعادة ترميمها، أو إضافة التواقيع عليها، نظراً لأن المواد على اختلافها تتشرب هذه الأشعاعات وتعكسها بطرق مختلفة. ويكون عمل الخبراء بقراءة درجات التشرب المختلفة وتفسيرها، وكذلك الأمر بالنسبة لدرجة الانعكاس، والاشعاع.

أما التصوير بالأشعة ما تحت الحمراء فتكون مهمته إظهار الطريقة التي أنجز بها الرسام اللوحة، ومراحل تطورها، وأسلوبها المميز. وتساعد هذه المعلومات الخبير أو الناقد العارف بأسلوب الرسام على كشف أصليته. وبإمكان هذه التقنية أيضا كشف التزوير الذي يتم على الأعمال الحديثة كذلك الأمر. كما يمكن لها أيضاً إظهار توقيع مطموس أو ممحي.

وتتم عملية التعريف الكيماوي للمعادن، والألياف، والأصباغ، وغيرها من المواد التي تستعمل في رسم لوحة، عن طريق آلة صنع الطيف والكيمياء المصغرة. وكذلك تستعمل المكبرات الضخمة للصورة من أجل دراسة أشكال الكريستال، وبنية الألياف، والعلاقة بين

طبقات زيت الرسم. ويلجأ بعض المزورين إلى حد أحداث بعض الشقوق في قماشة الرسم بواسطة الإبرة، إلا أن المراقبة الدقيقة لهذه الشقوق تكشف أنها بعمق الدهان فقط، بينما الشقوق الأصلية تكون أعمق من ذلك. (وهناك طريقة أخرى يتبعها الرسامون المزورون وهي إدخال اللوحة داخل فرن بغرض تنشيفها وتيبيسها بما يقارب القرنين من الزمن في اليوم الواحد). وبإمكان الخبير أن يلاحظ هذه التشققات المصطنعة بواسطة المكبر، وكذلك التوقيعات المخبأة بين طبقات اللوحة المختلفة.

ولكن إذا قام مزور محترف على سبيل المثال بصنع لوحة فنية يستعمل فيها العناصر نفسها الموجودة في اللوحة الأصلية، والأسلوب نفسه، والبنية نفسها، والمشاكل الأخرى التي تنال اللوحة الأصلية بفعل الزمن، فإن الوسيلة الوحيدة لكشف التزوير تكون بالرجوع إلى المؤرخ الفني، من أجل اتخاذ قرار مبني على المعرفة، وعلى التفطن المدروس، أو على الالهام الخارجي للحظة.

؟

## كيف تصبح القهوة سريعة التحضير؟

إذا كنت تتوافق مع الإعلانات التي تحاول اقناعك بأن القهوة المجففة والمجمدة السريعة التحضير تحتوي على مزيد من النكهة، أم أنك تتمسك بنوع القهوة المطحونة الذي ما زلت تستعمله منذ سنوات، فعليك أن تعرف أن عملية تحضير كليهما هي ذاتها، ما عدا المرحلة الأخيرة على الأقل.

فعندما تصل القهوة إلى المعمل الذي يحولها إلى قهوة سريعة التحضير، فهي لا تختلف في شيء عن القهوة الطبيعية التي تباع في السوبرماركت. وهناك، في المعمل، تبدأ عملية تحميص حبات البن النيئة لكي تأخذ اللون الذي تتطلبه كل نكهة معينة، ولنأخذ هنا على سبيل المثال نكهة قهوة «ماكسويل» أو «يوبان». بعد ذلك يعمد عمال المصنع إلى وضع كميات هائلة من القهوة داخل «راووق» تكون مهمته إنفاذ المياه الغالية إلى البن رويداً رويداً. وفيما يمكن للإنسان العادي في منزله غلي أربع أو خمس معالق من هذا البن داخل هذا الراووق، فإن بإمكان المعمل تخمير كمية من البن تصل إلى حدود 1800 ــ 2000 باوند كل مرة. وبعد هذه العملية يتم تمرير القهوة داخل أنابيب شديدة الضغط ومرتفعة الحرارة، مما يؤدي إلى تبخير بعض المياه

الموجودة داخل البن، وتحويل القهوة إلى مسحوق شديد الكثافة. وبذلك يتم الحصول على ما يسمى بـ «روح» القهوة، الذي يكون بدوره جاهزاً لعملية التخفيف التي تتم بوسيلتين.

الوسيلة الأولى تعتمد تجفيف القهوة بواسطة الحرارة، وهو الأمر الذي يعتبره البعض مسيئاً لنكهة القهوة. ويتم سكب «روح» القهوة داخل مجفف أسطواني الشكل يبلغ طوله حوالي 100 قدم، وبعرض 60 قدماً، وتصل درجة حرارته إلى 500 درجة فهرنهايت. ولما تصل هذه المادة إلى قعر الجهاز يكون الماء قد تبخر منها، تاركاً وراءه مسحوقاً يُعرف بالقهوة السريعة التحضير، جاهزاً للتجميع والتعبئة داخل مرطبانات زجاجية.

أما الوسيلة الثانية التي تعرف باسم عملية التجميد والتجفيف، فهي تعتمد أسلوب تصقيع روح القهوة حتى تصبح على شكل قطع مجلدة، ثم يلي ذلك عملية طحن هذه القطع حتى تتحول إلى حبيبات صغيرة حسب الشكل المطلوب. وبعد هذا توضع هذه الحبيبات داخل مجفف فراغي، وهو عبارة عن علبة مفرّغة دائمًا، تكون مهمتها تجفيف القهوة عبر طريقة التكرير، حيث تتحول الماء المجمدة مباشرة إلى بخار، يتسرب إلى الخارج عبر صمامات آلة التفريغ. وهذه العملية لا تتطلب تسخين القهوة إلى درجات حرارة عالية، وبالتالي فهي لا تغير من نكهة القهوة، طالما أن حبيبات القهوة تكون موضوعة داخل الجهاز المفرّغ. [وللعلم هنا فإن الحرارة التي تغلي فيها الماء تكون منخفضة أكثر عندما يكون الضغط الجوي أخف. أما الذي يتبقى بعد عملية تجفيف القهوة فهو يكون عبارة عن مسحوق صلب يذوب بسرعة في الماء عندما يكون المراد هو صنع فنجان قهوة سريعة التحضير.

؟

## كيف تعرف النحل طريقة بناء شهد العسل؟

بالصدفة ــ هذا هو جواب علم البيولوجيا على هذا السؤال. ويذهب هذا العلم إلى القول بأن هذا البناء المدهش والشديد الاتقان هندسياً، بالأخص لجهة أطرافه المسطحة باتقان وأشكاله المسدّسة بفخامة واضحة، واتساعه رغم صغر حجمه بحيث يستوعب حوالي 80 ألف نحلة، هو من عمل الغريزة العمياء والدقة الفنية اللامتناهية لنظام الجينات. وعلى هذا فإن كل خطوة تتخذها النحل أثناء بناء مدنها، إن كان لجهة حفر الخلايا ضمن جدار شهد العسل بواسطة أسنانها أو لجهة التأكيد من سماكة الجدران، هي مرهونة بالتعليمات التي تصدرها الجينات في خلايا النحل. وهذه التعليمات «تمليها» سلسلة أحداث جينية نادرة الحدوث حصلت على مدى

ملايين الأجيال. وقد انتقلت عدة أحداث من جيل إلى جيل وتم حفظها لكونها ساعدت هذه الكائنات على البقاء والتكاثر.

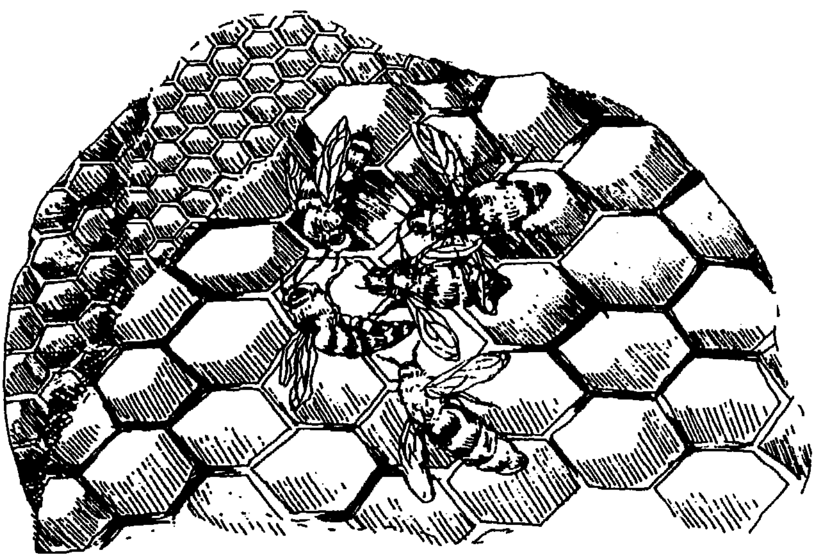


وتحتوي كل خلية من خلايا جسم النحلة على عدة كاملة من الجينات، وهي «الطبعة الزرقاء» بلغة الخلية لتكوين نحلة كاملة. وتحصل النحلة على جيناتها من والديها ــ كما هو معروف. فإذا ما حصل خطأ ما يغير البناء الجزيئي لهذه الجينات المتوارثة قبل عملية الاخصاب أو بعدها، فإن ذلك يؤدي إلى تغيير التعليمات التي تصدرها الجينات، وبالتالي إلى نمو الكائن المعني وتصرفه بشكل مختلف. وهذه الحوادث الجينية أو التبديلات تحصل مصادفة بين كل فترة وفترة. واغلب هذه الحوادث يكون مأساوياً لدرجة أن الوليد المسخ لا يرى حتى النور. ومع ذلك، فإن عدداً قليلاً من هذه الحوادث يكون لها نتائج ايجابية، وتحمل خصائص جديدة لبنية هذه الكائنات، الأمر الذي يساعدها على البقاء. وعندما تتوالد النحل، تعطي خصائصها «الجيدة» التي تمليها الجينات إلى وليدها.

وعلى سبيل المثال، تملك النحل سلسلة جينات الغرض منها امتحان جدران خلايا النحل، وتحويل النحل العامل إلى عناصر أكثر فعالية، بحيث لا يعود هناك هدر في كمية الشمع الذي تصنع منه خلايا النحل، وبحيث لا تكون جدران الخلايا هشة لتنهار على البيض الذي يحوي صغار النحل. وهذه الفعالية الأكبر في عملية البناء تعطي النحل «المتنقل» الامكانية للانشغال بأمور أكثر جدية ــ مثل التوالد ــ، فيما تقع مهمة تثبيت الجدران وصنع الشمع لسد الثقوب فيها على عاتق النحل غير المتنقل. وسيأتي اليوم الذي يحتل فيه هذا النحل العامل والبناء المرتبة الأولى في التكاثر بين كل مجتمع النحل، وذلك لفعاليته الكبرى في صنع جدران الخلايا. وبذلك ستكون له الأكثرية الكبرى في مراكز السكن ومناطق الحصول على الطعام، مما يعني أنه بعد الآلاف، لا بل الملايين، من الأجيال لن يكون البقاء ممكناً إلا لهذا النوع من النحل البنّاء، وعلى هذا فإن قفير النحل هو إذن المكان الذي يضم أكثر الحوادث الجينية نجاحاً في تاريخ النحل.

ويبقى السؤال هنا هو: كيف تبني النحل القفير بدقة عند حصولها على تعليماتها الجينية؟ ومثلاً، كيف تبني النحل الشهد المسطح؟ علماً أن الأدوات الوحيدة التي يستخدمها النحل هي

تكوينه (والنحل البناء يضم كل النحل المؤنث الذي لم تكتمل خواصه الجنسية بعد)، وبعض المواد الأولى التي يجدها في الطبيعة، والقوى الخفية الموجودة على الأرض. وقد اظهرت التجارب أن النحل يستطيع بشكل أو بآخر تحسس حقل الأرض المغناطيسي، ويقدر باحساسه الداخلي أن يبني خلاياه وفق زاوية معينة من هذا الحقل. وبمعنى آخر، فإن بإمكان النحل أن تتفق على الوجهة التي ستبني عليها شهدها، من دون أن تحتاج بالضرورة إلى معلم بناء يشرف على عملها. كما أن بإمكان النحل أن ترسم خطوط الخلايا السداسية بشكل مثالي متكلة بذلك على الفادن (وهو أداة مؤلفة من خيط في طرفه قطعة رصاص ومهمته فحص استقامة الجدار) الخاص بها، وهو رأسها. إذ يتصل رأس النحل ببقية جسمها عن طريق نقطتين متحركتين يغطيهما شعر خشن حساس جداً. وعندما ينشدّ هذا الرأس الثقيل نسبياً بفعل الضغط عليه الذي تمارسه الجاذبية، فإن ذلك يؤدي إلى دغدغة شعرات الرقبة عند النحلة، ويدلها على الاتجاه إلى «أسفل»، ويمكنها من تحديد اتجاهها النسبي. والسبب وراء اختيار شكل الموشور السداسي لبناء خلية النحلة يعود إلى كون هذا الشكل مثالياً لاحتواء أي شيء عندما تكون أدوات البناء بحد ذاتها قليلة إلى هذا الحد. وزيادة على ذلك، فإن خلايا النحل تكون عادة محنية إلى الوراء بمقدار 13 درجة لمنع العسل من الاندلاق منها.



ولا أحد يعرف تماماً كيف أن باستطاعة النحل أن تبني خلية بست زوايا من 120 درجة لكل منها، إلا أنها ــ على ما يبدو ــ تقيس المسافة بواسطة الفسحة التي بين رجلتيها الاماميتين، وذلك أثناء عملية نشر الشمع بواسطة فكها. وبما أن كل النحيل في القفير هي من قياس

واحد، فإن ذلك يفسر لماذا تكون النتائج بهذه الدقة والثبات. يبقى أن الشمع الذي تستخدمه النحل في عملية البناء هو عبارة عن افرازات دهنية تصدرها غدد موجودة داخل بطن هذه الكائنات، وتخرج على شكل رقائق تدفع بها النحل باتجاه فكها بواسطة قوائمها الأمامية. وهناك تعمد إلى علكها ومزجها بالسائل اللعابي حتى تصل إلى الحرارة المطلوبة. ثم تعمد إلى نشرها على سماكة واحدة مقدارها 0,003 إنشاً، ثم تحذف منها وتزيد عليها حتى تصبح بالسماكة المطلوبة. وأخيراً، ولكي تمتحن النحلة جودة عملها، تقوم النحلة بنطح جدار الشمع بواسطة الهوائي الموجود على رأسها، ثم تستمع إلى الذبذبة الصادرة عن هذه العملية التي تدلها على مدى سماكة الجدران.

وأول ما يبدأ به النحل هو بناء شهد العسل من مكانين أو ثلاثة امكنة في الجزء العلوي منه. ويجتمع لهذا العمل حشد من النحل في كل مكان من الامكنة الثلاثة، فيبدو هذا الحشد وكأنه فريق كرة قدم مجتمع حول الكرة. وبهذه الطريقة يبقى النحل الشمع ساخناً بقصد اعطائه الشكل المرغوب في وقت لاحق. ويعمد النحل إلى بناء خلايا الشهد بمعدل ثلاث أو أربع خلايا في كل وقت، مرتكزين بذلك على الجدران المشتركة التي تجمع بين الخلايا. و «يتبادل» النحل العمل المرهق بحيث تحل واحدة مكان الأخرى كل ثلاثين ثانية. وتفترق كل مجموعة من النحل عن الأخرى كلما اتسع بناء الشهد، وعندما تتصل اطرافه بعضها ببعض يعود من المستحيل تفريق عمل مجموعة من النحل عن مجموعة أخرى، حيث أن اطراف الشهد تلتصق ببعضها بطريقة متناسقة تماماً. ولا يمكن الجزم بأن الخلايا كلها هي من الحجم ذاته، والواقع أنها تأتي باحجام ثلاثة مختلفة ومدروسة: الحجم الأول والأصغر يتم شغله من قبل مواليد النحل، كما يتم استخدامه كذلك لتخزين اللقاح والعسل؛ أما الحجم الثاني فهو للنحل البنّاء (ذكر النحل)؛ ويبقى الحجم الثالث والأخير ــ وهو الأكبر ــ فيخصص لملكات النحل.

وعند هذا الحد لا يمكن القول بإن سمعة النحل بخصوص فعاليته في العمل هي من غير أساس: فبغض النظر عن كونه منظمًا، إلا أنه يتمتع بخاصة أخرى مهمة، وهي قدرته على الحفاظ على مواده الأولية من خلال تكرار استخدامها هي ذاتها في عمليات بناء لاحقة. والدليل أنه عندما تترك النحل قفيراً ما لتبحث عن غيره (وهو ما يسمى بـ«الخشرم»، أي جماعة النحل) فهي تأخذ معها مخزوناً من الشمع من قفيرها المهجور، وتضعه في السلال المتواجدة في أرجلها، وتعود وتستخدمه لبناء شهد العسل الجديد.

؟

## كيف تبقى عجلات السيارة ثابتة على طريق لزج؟

لو أن الطرقات كانت ناشفة دائمًا لأصبحت صناعة الإطارات من أبسط الصناعات: إذ أن الإطارات عندها تكون كلها ناعمة الملمس وخالية من الاخاديد، مثلها مثل الإطارات التي تستعمل لسيارات السباق. فمن المعلوم أنه كلما ازدادت المساحة الملتصقة من الإطار بالأرض، كلما ارتفعت السرعة. ونظراً لمناخ الأرض المتقلب، فإن مشاكل عدة تواجه الإطارات الناعمة الملمس (وبالأخص العريضة منها)، منها أن مثل هذه الإطارات تعوم على الطريق المبلل بالماء حالما تصل إلى سرعة معينة. وحتى لو انخفضت السرعة إلى حدود 45 أو 50 ميلاً بالساعة مثلاً، فإن السيارة قد تتحول إلى ما يشبه السفينة المائية المملوءة بالهواء عند هذه السرعة.

ولما أنه من غير المعقول أن يغير الواحد منا كل صباح إطارات سيارته بحسب تقارير الطقس التي غالباً ما تخطأ، فإن شركات صناعة الإطارات تصنع ما يمكن أن يناسب مختلف حالات الطقس. وتجعل مصانع الإطارات من منتجاتها ما يلبي رغبات السوق، أي النعومة والسرعة، إلا أنها تضمن كذلك الأمر الجودة والدوام. وفيما يؤمن السطح الخارجي للإطار وظيفة الانسياب على الطريق، تتولى الاثلام والاخاديد والشقوق المرسومة على هذا السطح مسألة قذف الماء خارج منطقة الملامسة بين الإطار والطريق أثناء دورانه. وبينما كانت سبعة أو خمسة أثلام عريضة وجالسة تنجز هذه المهمة في الإطارات القديمة الصنع، فإن إطارات اليوم تشتمل على اخاديد معوجة تقذف الماء من الجهتين. وكذلك فإن هذه الشقوق والأثلام في صناعة اليوم تغوص بعمق أكبر في الإطار. ويبلغ العمق الاعتيادي حوالي $^{3}/_{8}$ إنشاً، بينما العمق المسموح به قانونياً لا يجب أن يقل عن $^{1}/_{16}$ إنشاً للدواليب المستعملة.

ويعتبر من الضروري أن تظل هذه الأثلام والاخاديد أثناء القيادة في جو ممطر خالية من الماء. أما الوسيلة لتحقيق ذلك فتختلف من نوع للإطارات إلى آخر. فهناك مثلاً الإطارات ذات الخطوط المنحرفة، والمؤلفة من اخاديد متداخلة، والتي تشتمل على زنارين دائريين أو أكثر من الزجاج المليّف (الفايبرغلاس) أو الاسلاك المعدنية. وتعتبر هذه الاحزمة، المضافة إلى الجزء الداخلي من الدولاب، تطويراً مهمًا في الإطار ذي الخطوط المنحرفة. ولربما يكون الإطار الأفضل ـ من ناحية السرعة والضيان ـ الإطار النصف قطري. وهذا الإطار يحوي اوتاداً متصلة بطرفيه، وتشكل زاوية 90 درجة مع وجهة دوران الدولاب. ويحوط وتدان إلى أربعة اوتاد، مصنوعة من البوليستر، أو المعدن، أو الفايبرغلاس، أو الآراميد (وهو أخف من المعدن ولو أنه أكثر كلفة) بكل إطار، فتؤمن توازنه، وتحافظ على أخاديده مفرغة من الماء.

## ؟

## كيف يقسم البيض بحسب احجامه، الضخمة، فالكبرى، فالمتوسطة؟

لكان الأمر ممتعاً لو أن الدجاج هو الآخر كان مقسمًا بحسب احجامه الضخمة، فالكبرى، فالمتوسطة، كما هو الحال بالنسبة للبيض الذي ينتجه هذا الدجاج. وإذا كان الوالدان الطويلا القامة غالباً ما يولد لهما اطفال طويلو القامة، فإن ذلك لا ينطبق بالضرورة على عالم الدجاج. ويوضع الدجاج ــ كبيره وصغيره ــ في المدجنة الاعتيادية داخل اقفاص مساحتها أربعة أقدام مربعة، وبمعدل ثلاث أو أربع دجاجات في القفص الواحد. ويتولى حزام كهربائي ناقل ومفرّغ الغذاء إلى تلك الاقفاص، فيما يقوم حزام آخر بنقل البيض حالما يقع خارج الاقفاص.

ويوضع البيض كله في حاويات تتسع كل منها لحوالي دزينتين ونصف أو ثلاث دزينات من البيض. وتتم هذه العملية إما باليد أو عبر آلة خاصة. وبعد ذلك، يؤخذ البيض إلى غرفة الانتاج، حيث يلتقط مسدس ماص (وهو عبارة عن آلة ماصّة بإمكانها التقاط حوالي دزينتين ونصف إلى ثلاث دزينات بيض). ويقوم هذا المسدس بنقل البيض إلى حزام ناقل مقسم بفواصل يتسع كل منها لبيضة واحدة؛ وبذلك يُفصل البيض عن بعضه، الأمر الذي يحول دون تخبط البيض ببعضه. وهناك تتولى آلة غاسلة عملية تنظيف البيض من أية اتساخات تتعلق به. ثم تغلق مسامات البيض، التي تساعد بدخول الهواء إليه، بواسطة الزيت، قبل أن ينقل أخيراً إلى كابينة الضوء. وتسمح المرايا الموجودة على حائط هذه الكابينة، وبالإضافة إلى الضوء الشديد القوة بداخلها، للموظف المراقب بتفحص البيض بحثاً عن أية شقوق فيه أو نقاط دم.

وبعد الانتهاء من عملية الفحص هذه ينتقل البيض إلى آلة، شبيهة بالميزان، تتألف من ذراع متأرجحة تحمل ثقلاً على قفاها. فإذا ما كانت البيضة تزن أكثر من الثقل، عندئذ تنسحب من الحزام الناقل باتجاه أحد صفين من الأكواب، التي تحمل بدورها البيض إلى القطع الكرتونية التي بانتظاره. ويصل وزن كرتونة البيض الضخم إلى 30 أونصة، أو 2,5 أونصة للبيضة الواحدة، وهو ما يوازي ثقل الميزان الأول. أما إذا لم تكن البيضة بهذا الوزن، فهي تتابع طريقها على الحزام تلقائياً إلى حيث توجد الذراع المتأرجحة الثانية التي تحمل ثقلاً اخف وزناً من الذراع الأولى. وفي الواقع هناك خمسة موازين مهمتها فصل البيض عن بعضه البعض حسب اوزانه: الحجم الضخم 2,5 أونصة؛ الحجم الكبير جداً 2,25 أونصة؛ الحجم الكبير 2 أونصات؛ المتوسط 1,75 أونصة؛ والصغير 1,5 أونصة. أما إذا كانت البيضة أقل وزناً من ذلك فهي لن تعرف طريقها إلى دكان البقال أبداً.

؟

## كيف تغوص الغواصة إلى اعماق البحار ثم تعود للظهور على سطح الماء مجدداً؟

تغطس الغواصات إلى اعماق البحار ثم تعاود الصعود إلى سطح الماء بفعل تغيير ثقل الأوزان بداخلها بكل بساطة. ولهذا فإن من الضروري أن يظل قائد الغواصة على اطلاع حول عدد أعضاء فريق الغواصة، وكمية الطعام فيها، واوزان البطاريات، وأسلحة الطوربيد، وغيره. وعندما يصبح ثقل الغواصة موازياً لثقل الماء الذي تفرغه منها تطفو الغواصة على سطح الماء. ولو اخذنا مثلاً حالة الغواصة البريطانية «T»، التي يبلغ طولها 273 قدماً، والتي صنعت أثناء الحرب العالمية الثانية، لوجدنا أن هذا الوزن يساوي 1300 طن. وحالما يصدر قائد الغواصة أوامره بالغوص، تفتح الصمامات والمراوح، وتسمح للماء بالدخول إليها بكميات ضخمة ومحسوبة، على أن لا يزيد ثقل الماء لدرجة تغرق الغواصة إلى مستويات عمق غير مرغوب فيه. وفي حالة الغواصة البريطانية «T» فإن وزناً بمقدار 1575 طناً كفيل بأن يغطس بالغواصة إلى حدود الطفوية الاعتيادية. وهو الحد الذي تكون فيه الغواصة مغمورة بالماء وقادرة على التنقل على مستويات مختلفة بإجراء تعديلات طفيفة على ثقل المياه الموازنة.

وتوجد خزانات المياه الموازنة إلى جانب خزانات الوقود داخل جدران الغواصة المعدنية السميكة والقوية جداً لحد أنها تصمد أمام ضغوطات المياه في المستويات العميقة. وعندما تشرع الغواصة بالغطس تفتح الصمامات الآلية الأمامية أبوابها لاستقبال المياه لحظات قبل أن تقوم الصمامات الخلفية بالعملية نفسها. وهذا يؤدي بالغواصة لأن تغطس بمقدمتها أولاً قبل أن تنزلق بأكملها بهدوء تحت سطح الماء. وتتولى عملية توجيه الغواصة والسيطرة على وجهتها وهي تحت الماء زعانف ملتصقة بجسمها. وحالما تتلقى الغواصة الأوامر بالفوش على سطح الماء، يسمح للهواء المضغوط بالدخول إلى خزانات التوازن وطرد المياه منها، مما يسمح للغواصة بالارتفاع تدريجياً.

هذا وقد كانت الغواصات قديماً تعمل بفضل محركات ديزل ضخمة متصلة بمولدات كهربائية. وكانت قوة الكهرباء التي تولدها المحركات كفيلة بتشغيل المراوح. وبما أن المحركات كانت بحاجة إلى الأوكسيجين، فإن أنبوب هواء طويل يسمى «الشرنكل» كان يمتد من الغواصة إلى السطح، ويسمح لها بالتنفس تحت الماء. وبفضل هذا الجهاز الذي تم تطويره أثناء الحرب العالمية الثانية كان بإمكان الغواصة التنفس والغطس تحت سطح الماء مباشرة. أما في طبقات الماء الأكثر عمقاً فكانت بطاريات مخزّنة متصلة بالمولدات الكهربائية تتولى تأمين الطاقة اللازمة. وظل الحال كذلك حتى العام 1955 تاريخ إنشاء أول غواصة نووية. وكانت هذه الغواصة،

التي حملت إسم «يو. أس. أس. نوتيلوس»، تعمل بواسطة مولد نووي ينتج حرارة كافية لتحريك طوربينات الدفع ومولدات التيربو. وطالما أن هذه الغواصات لا تحتاج إلى الصعود إلى السطح لشحن بطارياتها، فإن بإمكانها البقاء تحت الماء لأسابيع في كل مرة.

؟

## كيف تصنع الآلة الناسخة الصور الفورية؟

يبدو اختراع الآلة الناسخة الفورية وكأنه معجزة. فها هي آلة قادرة على صنع نسخ واضحة وتدوم في خلال خمس ثوان، وغالباً ما تكون هذه النسخ أفضل من الصورة الأصلية. ولم يكن اختراع الآلة الناسخة ليوجد ــ كغيره من الاختراعات الحديثة ــ لو أنه اعتمد على قوانين الفيزياء الكلاسيكية التي وضعها اسحق نيوتن. إذ تحتاج هذه الآلة لصنع معجزتها إلى التعامل مع جزئيات أصغر من الذرة نفسها، وإلى فهم عامل الضوء، وهو الأمر الذي لم يكن متوافراً حتى شرحه كل من ماكس بلانك وألبرت اينشتاين، الفيزيائيان المعروفان، عند مطلع هذا القرن. وقد اثبت هذان العالمان أن الضوء يتصرف على شكل مجرى من الجزئيات، تعرف بـ«الفوتون» (وحدة الكم الضوئي).

ومنذ ذلك الوقت، تمكنت التقنية الحديثة من اكتشاف عنصر الناقل الجزئي، وهو عبارة عن مادة غير ناقلة للكهرباء عادة، إلا أن بإمكانها ذلك تحت ظروف معينة. والكهرباء ــ كما هو معلوم ــ هي عبارة عن دفق من الإلكترونات (الكهيربات)؛ أما في حالة ذرات الناقل الجزئي فإن الإلكترونات هذه تكون ملتصقة جداً بنواتها لدرجة أنها لا تسري داخل المادة حين تتعرض لشحنة كهربائية. إلا أنه عندما تتعرض هذه الإلكترونات إلى صدمة مصدرها الفوتونات المتحركة على موجة معينة، فإنها تصبح، بموجب هذا الظرف، مادة ناقلة للكهرباء. وهذا يحدث عندما «يدفع» كل فوتون إلكتروناً بعيداً عن نواته، مما يمنح هذه الجزئيات حريتها في التحرك. وتمتاز بهذه الخاصة كل من العناصر التي تحتوي على السليكون (سليسيوم)، أو السلينيوم، أو الزرنيخ، أو السلفيد (كبريتيد) أو الجرمانيوم. وفي حالة آلة النسخ الفورية، فإن الأسطوانة بداخلها المكسوة بمادة ناقلة جزئياً تتلقى الضوء، وتشكل نمطاً من الذرات الناقلة وغير الناقلة، وتحول هذا النمط إلى الورقة التي تنطبع عليها الصورة.

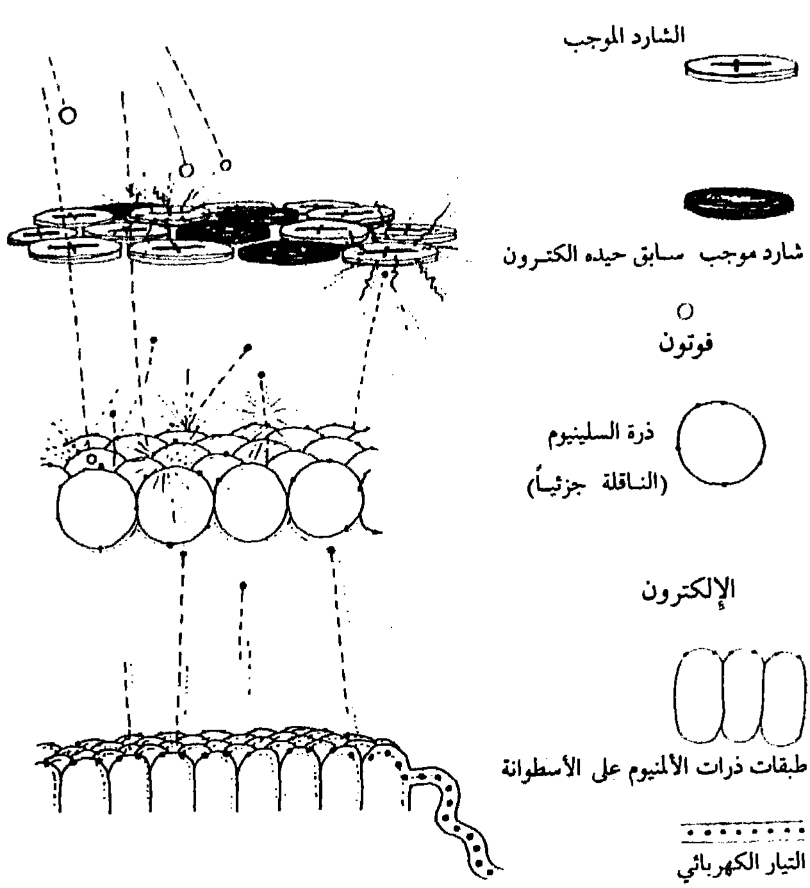
والذي يحصل أنه عندما تضع الوثيقة المطلوب نسخها على الزجاج في أعلى الآلة، وتضغط على الزر المعنون «أطبع»، فإن الأسطوانة المصنوعة من الألمنيوم بداخل الآلة، والمغطاة

بطبقات من مادة السلينيوم الناقلة جزئياً ومادة الزرنيخ السليني، تشرع بالدوران. بعدها يعمد قطب كهربائي بـ«رش» الأسطوانة بطبقة مؤقتة مؤلفة من جزئيات موجبة يكون مصدرها جزئيات الهواء المحيط بالآلة. وتسمى هذه الجزئيات الموجبة بـ«الشاردة» (ions). وبذلك تتكون صورة الآلة من نمط للجزئيات الشاردة الموجبة ومن الجزئيات المحايدة الموجودة على سطح الأسطوانة.

بعد ذلك يخترق ضوء زجاج الطبقة العليا من الآلة، ويصيب الوثيقة الموضوعة على وجهها فوق الزجاج، ثم ينعكس على الصفحة ويرتد مجدداً إلى الأسطوانة. وترد الأجزاء البيضاء من الوثيقة أكثرية الضوء الذي يصيبها وتعكسه باتجاه الأسطوانة، أما الأجزاء السوداء أو الداكنة فهي «تتشرب» الضوء بدلاً من عكسه باتجاه الطبقات الموازية لها من الأسطوانة، وفي هذه المرحلة، وهذه المرحلة فقط، تقوم المادة الناقلة جزئياً، والتي تغطي الأسطوانة، بمعجزتها. وبالتالي فإنه كلما انعكس فوتون متحرك على الصفحة وارتد ليصطدم بذرة ناقلة جزئياً على الأسطوانة، قامت هذه الذرة بدورها بـ«دفع» أحد الكترونات الذرة بعيداً عن نواته. (وللعلم هنا فإن الإلكترونات تحمل شحنات سالبة، وإن الشحنات الكهربائية التي تحمل إشارات مضادة تنجذب إلى بعضها، بينما تلك التي تحمل الإشارات نفسها ترتد). وحالما يبتعد الإلكترون عن نواته يتجذب بدوره باتجاه طبقة الشاردات الموجبة خارج الطبقة الناقلة جزئياً للأسطوانة. وهكذا يقوم كل إلكترون بالانضمام إلى شاردة ويحيدها. (ويقوم التيار الكهربائي الذي يمر بمادة الألمنيوم بداخل الأسطوانة باستبدال الإلكترونات «المدفوعة» خارج ذرات المادة الناقلة).

وفي المناطق البيضاء من الصفحة تقوم الفوتونات باستحداث منطقة محايدة كهربائياً على الأسطوانة؛ فيما تترك المناطق السوداء المناطق الموازية لها مشحونة إيجابياً، طالما أن أياً من الالكترونات لم يندفع خارج المادة الناقلة جزئياً لتحييد الشاردات الموجبة.

وتكون الصبغة السوداء، التي تظهر على النسخة التي تصدرها الآلة، (وهي على فكرة ليست حبراً) مؤلفة من كرات سوداء صغيرة جداً، لا يتعدى قطرها واحد على مليون إنشاً. ويطلق مخترعو الآلة الناسخة الفورية على هذه الكرات إسم «بي. بي. أس». وتحمل هذه الكرات السوداء عادة شحنات سالبة قوية، إلا أنها عندما تكون مخزونة بانتظار الاستعمال، فإنها تكون ملتصقة بكرات أكبر «ناقلة» موجبة الشحنة. أما الغرض من هذه الكرات الكبيرة فهو ـ بكل بساطة ـ نقل المادة المصبوغة السوداء من مخزنها باتجاه الصورة. فبعد أن تكون هذه الصورة قد انطبعت على وجه الأسطوانة، تقوم هذه الأخيرة بالدوران حتى تمر فوق مخزون الصباغ. وبما أن الشحنات الموجبة للمناطق السوداء من الأسطوانة تكون أقوى من شحنات الكرات السوداء الكبيرة الناقلة الموجبة أيضاً، فإنها تقوم بجذب الكرات الصغيرة السالبة بقوة إليها، مما يدفع بهذه الكرات إلى سطح الأسطوانة.




**في آلة النسخ تقوم الفوتونات (جزئيات الضوء) بإصابة الأسطوانة (والتي يشار إلى سطحها بعلامة الزائد) و «دفع» الإلكترونات بعيداً عن طبقة ذرات السلينيوم الناقلة جزئياً (الطبقة المركزية). وتنجذب هذه الالكترونات السالبة باتجاه طبقة الشاردات الموجبة (في الأعلى). وينضم كل الكترون واحد إلى شارد واحد، مما يحدث جزيئاً محايداً (الدوائر السوداء). وتقوم طبقة الألمنيوم (في الأسفل) بتغذية ذرات السلينيوم بإلكترونات جديدة جديدة بهدف تحييدها بالأخص في المناطق التي دفعت الإلكترونات خارجها. أما الشاردات الموجبة التي تبقى على الأسطوانة بعد تعريضها للضوء (الدوائر البيضاء) فتجذب الصبغة السوداء المشحونة سلبياً وتنقلها إلى الورقة في طور الطباعة. هذا بينما تقوم المناطق المحايدة (الدوائر السوداء) بإهمال الصبغة السوداء وبترك المناطق البيضاء على بياضها في النسخة الصورة.**

وهكذا تصبح النسخة المتشكلة من كرات الصباغ السوداء جاهزة للطبع. و لغة إضافية تجلب الأسطوانة ورقة الطباعة إليها، والتي تحمل عادة شحنة موجبة أقوى من تلك على الأسطوانة. ولهذا فهي تجذب الكرات السوداء الصغيرة حالما تمر فوقها. أما المرحلة الأخيرة فهي

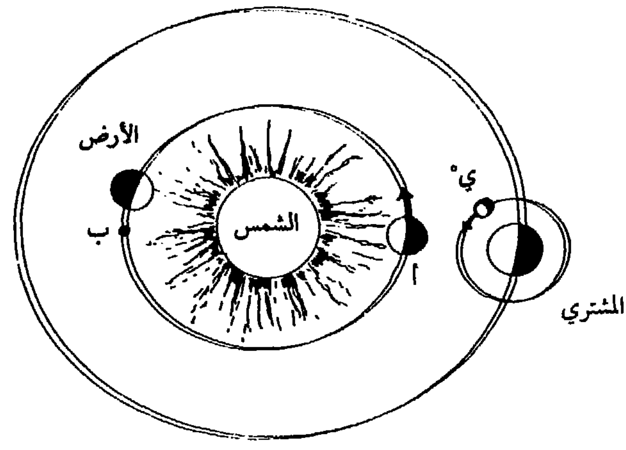
تقتصر على تسخين النسخة وضغطها على الأسطوانة حتى يلتصق الصباغ عليها، قبل خروجها من الآلة. وتتميز النسخة حال خروجها بسخونتها وبشحنتها الكهربائية الثابتة، إلا أنه بعد خروجها بدقائق لا يعود بالإمكان تمييزها عن النسخة الأصلية.

وفي أثناء ذلك تمر اسطوانة الآلة فوق فرشاة تنظيف تنزع عنها ما تبقى من الصباغ فوقها، قبل أن ينسكب فوقها الضوء القوي مجدداً لمحي الصورة القديمة بانتظار النسخة القادمة.

؟

## كيف يتم قياس سرعة الضوء؟

لقد فاتت على العالم الفلكي غاليليو، في القرن السابع عشر، امكانية تحديد سرعة الضوء وقياسها. إذ كل ما أمكن لغاليليو استنتاجه، بعد اجراء تجاربه بواسطة المشاعل الضوئية، هو أن الضوء يسير بسرعة كبيرة. وربما كان الخطأ في الجهود التي بذلها هذا العالم لتحديد سرعة الضوء هو في أن الضوء يسير بسرعة أكبر من أن تقاس من خلال المسافات الضيقة التي اعتمدها غاليليو. وتجدر الإشارة أنه استلزم علماء الفلك دراسة الضوء الآتي من كوكب المشتري لحل هذا الغموض.




لاحظ علماء الفلك في القرن السابع عشر أن قمر المشتري ي° يخرج بشكل متزايد من ظل هذا الكوكب بشكل ابطأ مما هو متوقع. وكلما انتقلت الأرض في فلكها من النقطة أ إلى النقطة ب كلما بعدت عن ي°، وبالتالي احتاج الضوء الصادر عن هذا القمر لوقت اطول لوصوله إلى الأرض. وبعملية حسابية لقياس الفرق بين الزمن المتوقع والزمن الحقيقي لخسوف ي°، ومن خلال معرفة حركة الكواكب والمسافات بينها، تمكن علماء الفلك من تحديد سرعة الضوء.

ففي منتصف القرن السابع عشر، عكف علماء الفلك لدى مركز رصد باريس على دراسة فترات دورات قمر جوبيتر (المشتري) حول هذا الكوكب. ومن خلال مراقبة القمر ي° أثناء اختفائه خلف المشتري، وخسوفه، وظهوره من الناحية الثانية، ثم مروره أمام ذلك الكوكب ليعود ويختفي مجدداً، تمكن العلماء بعملية حسابية أن يستنتجوا أنه يستلزم هذا القمر 1,75 يوماً (أي يوم واحد و 18 ساعة) لاتمام هذه الدورة الكاملة. وبالتالي فانهم تمكنوا من التنبؤ الدقيق بالوقت المحدد لخسوف ي°. إلا أن مشكلة معقدة طرأت هنا. فقد تمت المراقبة المبدئية حين كانت الأرض واقعة بين كوكب المشتري والشمس، أي عندما كان كل من المشتري والشمس في موقعين متضادين. ولما اكملت الأرض مسارها حول الشمس مبتعدة عن المشتري، فإن خسوف ي° تم بعد مضي عدة دقائق على الزمن المتوقع. ثم وعندما دارت الأرض إلى الجهة المقابلة للشمس، أي عندما أصبحت الشمس في الوسط بين الأرض والمشتري، تأخرت عملية الخسوف بحدود 16 دقيقة و $_3/^2$ من الدقيقة.

وفي العام 1675 تمكن عالم فلك دانماركي، اسمه أولي رومر، من مد يد العون إلى علماء الفلك الفرنسيين. وذلك عندما ادرك أن التأخير في عملية الخسوف لم يكن نتيجة أي تغيير متأصل في مواعيد المشتري أو القمر ي°، وانما كان سببه الزمن الذي استلزم انعكاس ضوء ي° وسفره نحو الأرض. وتمكن هذا العالم من تحديد هذا التأخير في عملية الخسوف بأنه يساوي 16 دقيقة و 40 ثانية، أي ألف ثانية، كما استطاع قياس المسافة بين الأرض والشمس على أنها تساوي 93 مليون ميل (معتمداً من أجل ذلك على اكتشافات علماء الفلك الباريسيين والعلماء الذين يعيشون في مستعمرة سايان الفرنسية في غويانا عام 1672). وطالما أن الأرض كانت على بعد 186 ميلاً (وهو ما يساوي قطر مدار الأرض حول الشمس عن ي°، حيث تمت المراقبة الأولى، فإن رومر توصل إلى الاستنتاج الفوري بأن الضوء يسافر بسرعة 186 ألف ميل بالثانية.

؟

## كيف تولد الكهرباء؟

يجتمع مزيج من الحركة والمغنطة ليكونا ما يسمى بالكهرباء عن طريق المولدات التوربينية. ويعود هذا إلى اكتشاف العلماء في منتصف القرن التاسع عشر بأن تمرير ناقل كهربائي بالقرب من مغناطيس وعبر حقله المغناطيسي يولد تياراً كهربائياً فيه. وقد طور هذا المغناطيس في أيامنا واستبدل بمغناطيس كهربائي مثبت إلى محور دوران محرك التوربين. وفي أثناء

دوران هذا المحرك التوربين، يدور كذلك الأمر المغناطيس الكهربائي وحقله المغناطيسي، مما يؤدي إلى ارسال تيار كهربائي بداخل السلك النحاسي، والذي يصل طوله لأميال، والملفوف داخل الصدفة المحيطة بالحقل المغناطيسي. بعد ذلك يتم نقل التيار من هذه الأسلاك عبر الكابلات.

وتستخدم أنواع مختلفة من الوقود والوسائل الأخرى من أجل تأمين دوران المروحة ذات النصل الحديدية للمحرك. وتلجأ بعض مصانع الكهرباء إلى استخدام محروقات الزيت، أو الغاز، أو الفحم من أجل تأمين غليان الماء وتحويله إلى بخار بحرارة ألف درجة فهرنهايت، ومن ثم إلى قوة ضاغطة بمقدار 2400 باوند بالإنش المربع. وهذا البخار الساخن كفيل بدفع مروحة المحرك ودورانها بسرعة. أما في التوربينات الغازية، فإن الوقود المقطر، الشبيه بزيت الديزل، يؤمن هذه العملية، إضافة إلى الغاز الطبيعي في بعض الأحيان. وفي هذه العملية يتم حرق الوقود ودفعه خارج محرك الاحتراق على شكل غاز ساخن، قابل للتمدد، يؤمن حركة المروحة، قبل خروجه للامتزاج بالهواء الطلق عبر فتحات هوائية. وفي حال وجد المولد بالقرب من مصدر مائي، كالنهر مثلاً، فإن الماء المتدفق كفيل بتأمين عملية دوران المروحة. هذا بالإضافة إلى وسائل أخرى طبيعية لتوليد الطاقة، وهي تشمل الرياح، والأنـواء، واشعة الشمس.

أما فيما يختص بمصانع توليد الطاقة النووية، فإن البخار كذلك الأمر هو العامل الذي يؤمن دفـع مراوح محركات التوربين، إلا أن مصدر الحرارة البخارية مختلف تماماً عن المصادر التقليدية. إذ يتألف محرك المفاعل النووي من الآف الأنابيب التي تحتوي مادة اليورانيوم، أو أية مادة أخرى قابلة للانشطار. وتبدأ عملية توليد الكهرباء عبر هذا المفاعل عن طريق اذرع تحكم، تغطس داخل جسم الوقود، وتتحكم بكمية الذرات المنشطرة. وتبدأ العملية عندما تأخذ النيوترونات الخاصة بذرات مادة اليورانيوم بالتحرك، ويليها انشطار هذه الذرات، ثم تؤدي سلسلة التفاعلات إلى عمل نيوترونات اليورانيوم على شطر ذرات إضافية، وإلى إطلاق المزيد من النيوترونات التي تعمل بدورها على شطر ملايين من الذرات الأخرى، وهكذا... ولا مجال للشك بأن كمية الحرارة التي تصدر بهذه الوسيلة لتشغيل المولد هي كمية هائلة بطبيعة الحال.

؟

## كيف تستطيع حبة دواء «كونتاك» الزمنية التفاعل تحديد زمن انحلالها؟

في أواخر الأربعينات من هذا القرن، قام دون ماك دونيل، وهو من موظفي شركة سميث كنايل وفرنش للمستحضرات الصيدلية، بزيارة محل بقال في الجوار، ليمعن النظر في مستوعب حبيبات حلوى صغيرة تستخدم لتزيين قوالب الحلوى. وكان العلماء في تلك الفترة مشغولين بالبحث عن شكل دواء يذوب تدريجياً في المعدة بعد بلعه. وقد الهمت قطع الحلوى ماك دونيل بالحل.

وقد ادت سنوات طويلة من البحث واجراء التجارب إلى صنع «حبات دواء مفكرة» ــ وهي عبارة عن كبسولات تحوي نحو 300 ــ 900 «حبيبة» صغيرة تذوب في الجهاز الهضمي تدريجياً، ويكون الغرض منها اعفاء متناول الدواء من أخذ جرعات إضافية كل ثلاث أو أربع ساعات. وكانت النتيجة أن تم تصميم كبسولة «سبانسول» من قبل شركة سميث كلاين وفرنش، واستعمالها في صناعة أنواع مختلفة من الأدوية، بما فيها دواء «كونتاك»، بحيث تتحلل داخل المعدة بشكل تدريجي ومتساو زمنياً، من دون أن ترتفع نسبة الدواء في الجسم إلى القمة أو تهبط لدرجة التضاؤل أو الزوال تماماً. والسؤال الذي طرح نفسه في هذا المجال هو: كيف بإمكان هذه الحبات الصغيرة أو الحبيبات أن «تعرف» متى يحين وقت عملها؟

تتألف كل واحدة من هذه الحبيبات من جسم رئيسي مصنوع من السكر والنشاء، وهو ما يعرف بالجسم المبتدىء. وتوضع ملايين من هذه الأجسام داخل خلّاطة كبيرة، تشبه الخلاطة التي تمزج الاسمنت، ثم يضاف إليها، أثناء دوران الخلاطة، محلول الدواء، الذي يكون إما على شكل مسحوق أو سائل، فيتم توزيعه بتساو بين مجموع الأجسام. وبعد ذلك يتم صبغ هذه الجسيمات الحبيبية بألوان لا تؤثر على عملية الهضم، وذلك لإمكان تعريفها. وأخيراً تغلف هذه الحبيبات بمظروف جيلاتيني مشمّع بالطريقة نفسها التي تغلف بها الأدوية الأخرى. وتختلف الاغلفة باختلاف مدد الانحلال. فبعض الحبيبات ينحل بالمعدة فوراً، والبعض الآخر يستلزم بعض الوقت بحسب الغرض منه.

والجدير بالذكر أنه من بين الستمئة حبيبة التي تتألف منها كابسولة «كونتاك»، فإن بعض هذه الحبيبات يبدأ عمله بعد نصف ساعة تقريباً بعد عملية الهضم. وليس الغرض من هذه الحبيبات أن تطلق المضادات الهيستامينية أولاً، ثم مزيلات الاحتقان، وهكذا دواليك، ولكن الغرض منها هو توزيع الدواء بشكل متساو على مدى 12 ساعة من النهار.

؟

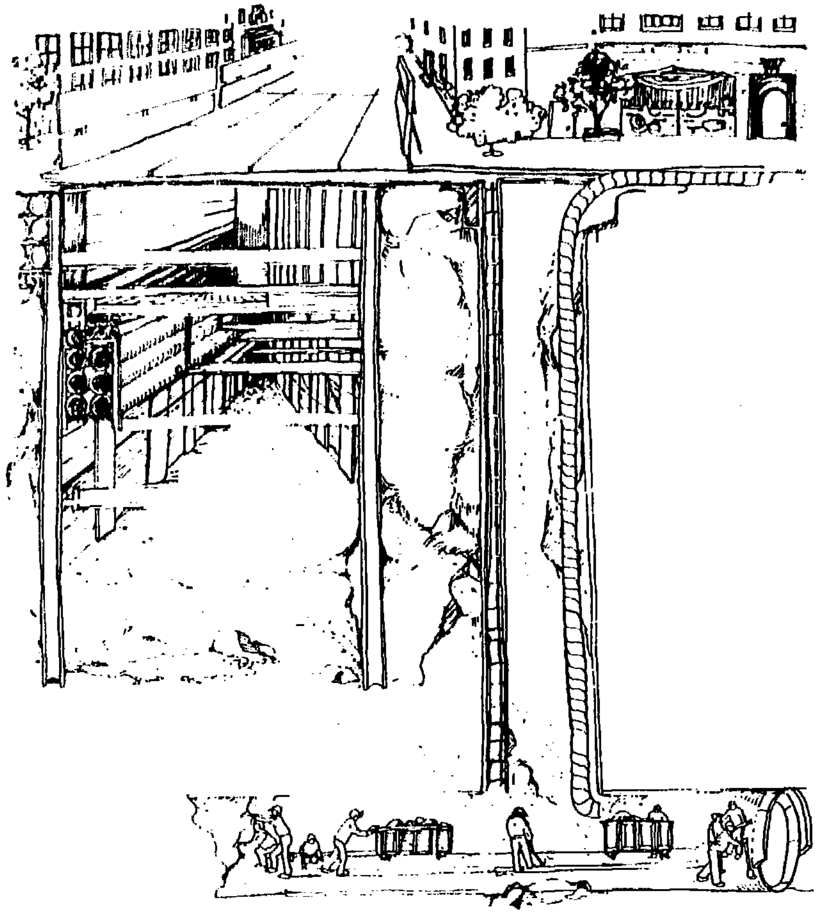
## كيف يتم حفر نفق القطار الكهربائي تحت المدينة؟

تكون الخطوة الأولى برسم خريطة دقيقة للنفق، تظهر كل المنشآت تحت الأرض، والأنفاق القديمة، والأساسات، بالإضافة إلى حال التربة والصخر. فإذا ما كان مسار هذا النفق يتطابق مع طريق الشارع، أو أنه يقع تحت منطقة خالية من المباني، فإن أسلوب «الشق والردم» يكون هو المعتمد. ويرتكز هذا الأسلوب على عملية حفر أجزاء كبيرة من الأرض على مدى عدة صفوف من الأبنية. ومن جهة أخرى، إذا كان مسار النفق يتعارض مع وجود الأبنية على السطح، فإن جرف هذه المساكن الآهلة بالناس قد لا يكون عملاً منطقياً وفي هذه الحالة بالذات، أي عندما يكون السطح مزدحماً بالأبنية السكنية، فإن بناء النفق يبدأ بحفر مهاوٍ للنفق قبل ثقبه.

وبالنسبة للحالة الأولى، أي تلك التي يكون فيها أسلوب الشق والردم ممكناً، فإن الخطوة الأولى التي ينتهجها فريق البناء تكون بتحديد القياسات الدقيقة لمسار النفق، ثم بزرع سمات معمارية عامودية وصلبة على طرفي الطريق. بعد ذلك يقوم فريق الحفر بربط هذه السمات بعوارض حديدية، تليها عملية حفر النفق على طول هذه العوارض المميَّزة. أما الخطوة التالية فتكون بوضع عوارض خشبية أو حديدية، سماكتها حوالي 12 إنشاً، لتكون بمثابة طريق مؤقتة وعِلّية تستخدم لإنزال معدات الحفر داخل النفق. ومن الضروري عند هذا الحد تزويد كل المنشآت الموجودة في تلك المنطقة بالأنابيب اللازمة والأقنية المؤقتة، بالإضافة إلى العوارض الأفقية الداعمة كي لا ينهدم النفق. كما يتم تحويل المياه التي تترشح إلى داخل النفق أثناء عملية الحفر إلى أمكنة أخرى بواسطة أقنية المجارير. ويتم عند بادىء الأمر بناء أرضية النفق، تليها الجوانب، وذلك بالارتكاز على العوارض الداعمة. كما يتم مد الكابلات الكهربائية لتأمين التيار، والإشارات الضوئية، وانظمة السلامة، عبر أقنية متصلة بقناطر تبعد الواحدة منها عن الأخرى بحوالي المئة قدم على طول النفق. وعندما ينتهي طاقم الحفر من بناء أرض النفق، وجوانبه، ينتقل هؤلاء إلى عملية تعمير السقف عن طريق صب الأسمنت فوق أنابيب قمعية الشكل ممدودة على طول النفق. وتبقى الخطوة الأخيرة التي تلي ذلك، وهي تتمثل بمد وسائل الإنارة وسكك الحديد، وكذلك بتغليف الهيكل الخارجي للنفق بمادة عازلة تمنع ترشيح المياه. يقوم بعدها عمال النفق بملء الحفرة الكبيرة التي شقوها في الطريق بالحصى المضغوطة والتراب.

أما الحالة الثانية المعتمدة في بناء النفق، وهي الحالة التي يمر فيها هذا الأخير وسط منطقة مكتظة بالأبنية، أو يكون هناك رغبة ببنائه على مستوى اعمق من المستوى المطلوب، فهي التي

سندرسها فيما يلي. وهي تبدأ عادة بعملية حفر مهاوٍ عمودية وعميقة، وعلى مسافات منتظمة، على طول خط النفق المرسوم. وتُدعّم هذه المهاوي بأنابيب حديدية ممدودة على طولها لمنع انزلاق الوحل إلى داخلها وانهيارها. وعبر هذه المهاوي يتم إخراج الأتربة والحجارة التي تتأتى من عملية حفر النفق، وعبرها أيضاً تتم عملية التهوئة.



**في الناحية اليسرى من الصورة نرى نفقاً في طور البناء عبر أسلوب الشق والردم. وفيها يتطابق مسار النفق مع اتجاه الشارع تتم عملية حفر قطاعات واسعة من الشارع وتغطيتها أثناء ورشة العمل. أما في يمين الصورة فنرى العمال وهم يقومون بحفر نفق عميق بأسلوب المهاوي، التي يتم من خلالها شق طبقة الأرض، ثم رفع الأتربة والصخور عبر فتحة المهوى.**

وفي عمق هذه الحفر يقوم عمال النفق بعملية شقه متوسلين لذلك آلات الحفر القوية. وحالما يصطدم هؤلاء ببعض الصعوبات الناتجة عن قسوة طبقة الأرض أومواجهة بعض

الصخور، فهم يلجأون إلى وسيلة حفر بعض الثقوب الضيقة في الأرض وزرع المتفجرات بداخلها. ومن ثم يقوم العمال بنقل الأتربة الناتجة عن الأنفجار إلى سطح الأرض عبر عربات نقل صغيرة. ويغطى طرفا النفق (اللذان يكون أوسع منهما عند الانتهاء عن تعميره) بأنابيب حديدية تعرف بـ«الدرع». (وقد لا تكون هناك ضرورة لمثل هذا الدرع إذا كانت طبيعة التراب صخرية). ويقوم العمال على السطح بإنزال قطع الدرع عبر المهاوي لتركيبها واحدة واحدة. وتتولى رافعة كهربائية عملية نقل القطع الحديدية إلى داخل النفق؛ حيث ينصب العمال على مهمة تركيب القطع الحديدية، ثم تثبيتها بواسطة المعدن المسبوك أو الأسمنت. وبإستطاعة العمال أن يعملوا بداخل مهاوٍ مختلفة، طالما أن القياسات الدقيقة المدروسة مسبقاً تؤمن تواصل النفق.

وتحدث المياه التي تنبع أثناء عملية الحفر سلسلة مشاكل. ولذلك فمن الضروري زيادة ضغط الهواء في واجهة النفق لمنع المياه من التسرب إلى الداخل. ويستلزم ذلك بناء حائطين متوازيين من الأسمنت بداخل النفق، بحيث يكون بالإمكان الاحتفاظ بمستوى الضغط عالياً بين أحد الجدران وواجهة النفق. أما المسافة بين الجدارين فتكون بمثابة غرفة ضاغطة يتوجب على العمال المكوث بداخلها بعض الوقت وهم ينتقلون ذهاباً وأياباً، بين منطقتي الضغط العالي والضغط العادي. وتفصل بين هاتين المنطقتين أبواب حديدية تسمح بعبور العمال من دون خسارة الضغط.

وحالما ينتهي العمل بالنفق، يعمد فريق الحفر إلى الانتقال للمرحلة التالية، وهي مد السكك الحديدية والكابلات الطوية على مدى النفق الأسطواني الشكل. ويتم الاحتفاظ بالمهاوي على أن تستعمل كفتحات للمصاعد الكهربائية، أو الأدراج، أو للتهوئة المستمرة.

؟

## كيف تختار دائرة الضرائب الأشخاص الذين سوف تدقق في حساباتهم؟

من دون شك فإن الهواجس ستنتابك، وصور مدققي الحسابات وهم يستجوبونك مطولاً ستشغل رأسك، وتضعف أعصابك، وأنت تضع في البريد حسابات الضرائب الخاصة بك كل عام والسبب هو أن «أحدهم» سوف ينتقيك من بين آلاف المرشحين لتكون سعيد الحظ الذي سيحظى بزيارة أحد عملاء دائرة الضرائب. ومع أنه ليس هناك من وسيلة مؤكدة ومضمونة لمعرفة من سيخضع لعملية التدقيق في الحسابات، إلا أن هناك بعض العوامل، التي عليك

الاطلاع عليها، والتي قد تزيد من «احتمال» اختيار كمرشح. ومن المعلوم أنه إذا أعيد إليك بيانك الضرائبـي، وتبين لك أنه مختوم ومدقق حسابياً، وإذا كان كل شيء على ما يرام، ولم يبق أمامك إلا استلام الشيك بقيمة الضرائب المرتجعة، فإن ذلك لا يعني أن بإمكانك تنفس الصعداء، وإنفاق المال المرتجـع ذات اليمين وذات اليسار؛ فمن سوء حظك أنك ستظل معرضاً لعملية تدقيق في الحسابات في أية لحظة ولمدة ثلاث سنوات كاملة.

والذي تفعله مصلحة الضرائب أنها عند استلامها بيانك الضرائبـي، تعمد مباشرة إلى تلقيم المداخيل إلى جهاز الكومبيوتر، الذي يقوم بدوره بتقييمها واعطائها علامة مرتكزة على نظام محتسب علمياً يعرف بـ «الدالة التمييزية». وعلى أساس هذه الدالة، فإن عائـدك الضرائبـي يخضـع لسلسلة معيارات، تم التوصل إليها عن طريق البيانات التي يقدمها آخرون من حجم مدخولك نفسه. وعلى أساس هذه المقارنة يتم وضـع مقياس وسط، فإذا ما أظهر بيانك بوناً شاسعاً بينه وبين هذا المقياس، فإن جهاز الكومبيوتر يفشي سرك فوراً. أي بمعنى آخر، فإنه كلما ارتفعت الدالة التمييزية كلما إزداد احتمال اختيارك كمرشـح محتمل لعملية تدقيق الحسابات. وإضافة على ذلك، فإنه كلما ارتفـع مدخولك ومرتجعك من الضرائب كلما ارتفعت معه الدالة التمييزية، وذلك لسبب بسيط هو أن دافعي الضرائب من ذوي الدخل العالي قلائل، وبالتالي فإن إمكانية ابتعادك عن المقياس تظل أعلى أيضاً. وتظهر الاحصائيات أن من بين الـ 85,6 مليون بيان ضرائبـي تم تقديمها إلى مصلحة الضرائب في العام 1976، جرى التدقيق بـ 1,7 مليوناً منها. والجدير بالذكر أن 3,45 بالمئة من الذين نالهم التدقيق كانوا من فئة الأشخاص الذين يحصلون على مدخول قيمته عشرة آلاف دولار وما دون (وهذا يشمل المدخول الكامي محسومة منه مرتجعات الضريبة). هذا فيما تم اختيار 11,35 بالمئة من فئة الناس الذين يحصلون على خمسين ألف دولار وما فوق، وفقط 0,7 بالمئة من مجموع دافعي الضرائب قدموا بيانات تدل على مدخول مرتفـع يفوق الخمسين ألف دولار.

وعادة فإن مصلحة الضرائب تفتش عن أولئك الأشخاص ذوي الاختلاف الواسـع في كشوفاتهم الضرائبية. وأصلاً لولا هذا الاختلاف لما كان هنـاك ضرورة لعمليـة تدقيق الحسابات. وقد أظهرت الاحصائيات في السنوات القليلة السابقة أن 70٪ من الذين خضعوا لعملية التدقيق أجبروا على دفـع المزيد من الضرائب، بينما 7٪ فقط حصلوا على المرتجـع، و 23٪ لم يظهروا أي اختلاف.

وإذا ما خرج بيانك من جهاز الكومبيوتر وهو يدل على دالة تمييزية عالية، فإن أحد موظفي المصلحة يتولى مراجعة البيان لتقرير ما إذا كانت هناك ضرورة لعملية التدقيق. والأسئلة التي يطرحها المدقق هنا هي كالتالي: هل يعتبر المرتجـع عالياً بالمقارنة مـع مدخولك ومـع الاعفاءات

التي حصلت عليها؟ هل تعتبر حسوماتك مناسبة؟ وغالباً ما تكون عملية تدقيق الحسابات من نصيب الأشخاص الذين تكون حسوماتهم من الضرائب مرتفعة، كالتبرعات الخيرية مثلاً، أو نفقات السفر، أو الفواتير الطبية، إلـخ . . . وأثناء عملية البحث في بيانك يأخذ المدقق عدة أمور بعين الاعتبار، منها أن تكون كاذباً مثلاً، وتخفي بعض قيمة مدخولك، أو أنك حصلت على بعض المدخول عن طريق الفوائد أو الأرباح الأسهمية بما يتعارض مـع ما تطالب به، وما إذا كان بإمكانك أن تعيل نفسك (وعائلتك إذ كنت متأهلاً) وفقاً للمدخول الذي ذكرت. أما إذا كنت رب عمل، فإن المدقق سيسعى إلى التحري عن معدل أرباحك الكاملة، والتدقيق ما إذا كان الحسم مأخوذاً من المدخول الكلي أو المدخول الصافي. وفي أغلب الأحيان، فإن رسالة تصلك بالبريد بكل بساطة طالبة منك التوضيـح. وإذا لزم الأمر فإن المدقق نفسه يستلم المسألة ويتولى التدقيق في الجزء المرسوم حوله علامات الاستفهام، لا في الكل.

وحتى لو أنك كنت صادقاً في حساب مرتجعك، ودقيقاً في كشف كل مدخولك، أي أنساناً شريفاً من البداية وحتى النهاية، فإن ذلك لا يعني أن مصلحة الضرائب سوف تدعك في سلام. إذ يوجد هناك نظام آخر مهمته اختيار المرشحين عشوائياً للتدقيق في حساباتهم، وهذا النظام اسمه «برنامج قياس إذعان دافـع الضرائب». وهذا البرنامـج جديد نسبياً، ووظيفته قياس عمل المواطن بقانون الضرائب. ووفقاً لهذا البرنامـج فإن عدة بيانات يتم اختيارها عشوائياً، وتخضـع كلها للفحص. ولكن بما أن هذه العملية صعبة جداً، ومكثفة جداً، وتستلزم الكثير من الجهد والوقت، فإن العينات المختارة لهذا البرنامـج تنتقى مرة كل ثلاث سنوات. وتظهر الاحصائيات أنه من بين الـ 85,6 مليون فرد الذين اختيروا عام 1972، خضـع خمسين ألف منهم للبرنامـج المذكور، ولم ينجـح منهم سوى 22,500 شخص. وأخيراً، تجدر الإشارة إلى أن الأفراد والشركات كذلك الأمر يخضعون لهذا البرنامـج، وأن المعلومات المتأتية عنه تستخدم لتحسين وتطوير نظام الضرائب ككل.

؟

## كيف يتم إحصاء أعداد الحيوانات؟

الإنسان هو الحيوان الناطق الوحيد الذي بإمكانه استعمال الهاتف، أو اعطاء عنوانه الدائم، أو تعبئة طلبات الإحصاء. كيف إذن تحصى بقية الحيوانات؟ وكيف باستطاعة أحدهم أن يعرف ما إذا كـان ذئب الغابـات أم نسر الكونـدور هما حيـوانان نـادران أو «مهددان

بالانقراض»؟ وكيف نعرف كم طائر أبو الحنّاء يفقس كل فصل ربيع؟ ولا مجال للشك أن عملية إحصاء الحيوانات البرية هي من أصعب العمليات في دراسة الطبيعة.

وتختلف الوسائل التي يعتمدها العلماء للتعداد باختلاف فصائل الحيوان؛ فأحجام الحيوانات، وسلوكها، ومسكنها، تجعل بعض الوسائل أكثر عملية من أخرى. فربما تكون أفضل وسيلة لعد البط، أو البجع، أو الفيلة، أو الظبية، أو الأيل، أو ذئب الغابات، هي الطيران بالهيليكوبتر أو بطائرة أدغال فوق هذه الحيوانات وإحصائها، وأخذ الصور لها كدليل إضافي. إلا أن هذه الوسيلة لن تنفع من دون شك في عملية إحصاء الفئران، التي هي أصغر حجمًا من أن ترصد بواسطة الطائرة، كما أن لون جلدها يجعل من الصعب تمييزها، بالإضافة إلى مكوثها لفترات طويلة في حجورها. وعلى هذا الأساس قد يكون من الأصلح لإحصاء عدد الفئران هو اصطيادها عن بكرة أبيها وعدّها.

أما السحليات فهي تحتسب بوسيلة تعرف بـ «الإمساك وإعادة الإمساك». وبمعنى آخر فإنه إذا أراد أحد علماء الزواحف إحصاء عددها في منطقة ما، فما عليه إلا الإمساك بحوالي 50 سحلية، ووضع علامة ما عليها بواسطة مادة دهانية غير مؤذية أو بواسطة لوحة معدنية، ثم إطلاق سراحها. وبعد بضعة أسابيع، تكون السحليات قد انتشرت في مجتمع الزواحف عموماً، فيعمد العالم إلى الإمساك بـ 50 سحلية أخرى، والبحث بينها عن السحليات المعلّمة بالدهان. أما الخطوة التالية التي ينتهجها العالم فتكون بوضع بعض الفرضيات. منها مثلاً أن يفترض أن مجموعة السحليات الثانية (التي عليها علامة الدهان والتي من دونها) هي عينة تمثل مجموع السحليات (أو عالم مصغّر). ثم يفترض أنه بعد تمييزه مجموعة السحليات الأولى ثم إطلاقها، توزعت هذه الأخيرة عشوائياً بين بقية السحليات. إذن، عندما يقبض على مجموعة السحليات الثانية، ويكتشف أن حوالي عشرة منها ـ أي ما يمثل 20 ٪ ـ تنتمي للمجموعة الأولى، فإن ذلك يدفعه إلى الافتراض بأن 20 ٪ من مجموع عدد السحليات الكلي هو من المجموعة الأولى. وبما أنه يعلم مسبقاً أنه قام بتمييز 50 سحلية بالدهان، وبما أنه تبين له أن 20 ٪ من المجموعة الثانية كان مدهوناً، فأنه يستنتج من ذلك أن الـ 50 تمثل 20 ٪ من كامل عدد السحليات. وبما أن 5× 20 ٪ = 100 ٪، فإن 50× 5 هو مجموع السحليات، أي 250 سحلية.

ويتم إحصاء تعداد السمك بالطريقة نفسها. ويقوم العلماء بإضافة مادة مخدرة إلى الماء، لا تؤذي السمك، إلا أنها تدفع به إلى السطح ليطفو ويتولى العلماء بعد ذلك جمع السمك، وعده، وتمييزه بالدهان أو بالملصقات، ومن ثم إعادة إحيائه، وإعادته إلى الماء. ومثلما حصل مع السحليات، يعمد العلماء إلى التقاط العدد نفسه من السمك، وإحصاء المميز منه بعلامة الدهان، واحتساب العدد الكامل للسمك.

ولكن ماذا عن الحيوانات التي يصعب الإمساك بها، كالطيور المغنية مثلاً؟ ويلجأ علماء الطيور إلى نظام الشبكة في منطقة مشجّرة من أجل الوصول إلى رقم تقريبي لعدد الطيور. ويقوم هؤلاء برسم خطوط متباعدة نسبياً ومتوازية في المنطقة ذات الاهتمام بالنسبة لهم. بعدها تسير جماعة منظمة من الأشخاص بحسب هذه الخطوط المرسومة، وهم يحملون الأقلام والأوراق، ويقومون بعد كل طير يرونه أو يسمعونه زقزقته. ويظل كل شخص من هذه الجماعة على مرأى رفيقيه على يمينه ويساره، وبالتالي فهو لا يعد إلا الطيور التي توجد على مسافة معينة منه، وذلك كي لا يختلط العد بين شخص وآخر. ويكرر هذا العمل عدة مرات قبل أن تجمع النتائج ويحتسب الرقم الوسطي لعدد الطيور من خلالها.

ونسأل مجدداً: ماذا عن الحيوانات الأخرى، مثل العوالق التي تعيش في المحيطات ولا ترى إلا عن طريق المجهر؟ والجواب هو أن عينة من مياه المحيطات يتم جمعها في داخل وعاء نافذ، تكون مهمته عزل الرواسب الصلبة، بما فيها العوالق. ثم توضع هذه الرواسب شيئاً فشيئاً تحت المجهر ويتم إحصاء هذه الحيوانات فيها. وتقاس العوالق بمقدار وحدة حجم مياه المحيط.

وكما نلاحظ، فإن وسائل عدة تستعمل لإحصاء تعداد الحيوانات على اختلاف مشاربها. أما للوصول إلى التعداد الكلي لفئة معينة من الطيور في منطقة كاملة أو بلد (أو كوكب)، فإن الوسيلة تكون باكتشاف المناطق السكنية المختلفة لنوع واحد من الحيوانات، ثم ضرب هذا الرقم بعدد الطيور الموجودة في منطقة واحدة تم إحصاؤها سابقاً. ومن المعروف أنه من طبيعة الأشياء أن تملأ الكائنات الحية منطقة ما بأكبر عدد ممكن من الأفراد قياساً على كمية الغذاء المتوافر والمساحة الموجودة.

ومن خلال معرفة مجموع الأراضي المشجرة، والجبال، والغابات، والمدن، مقاسة بالأكرات، في الولايات المتحدة، فإن بإمكاننا الوصول إلى رقم تقديري لكل فئات الطيور. في هذا البلد، وهو ما يوازي ستة بلايين طير بري. وبالمقابل، فإن بعض الطيور البرمائية، مثل البجع، ليست سهلة الإحصاء بهذه الطريقة، فهي لا تعيش إلا في بعض مستنقعات تكساس، حيث تبني حوالي 100 عش لها كل سنة.

وهناك أشكال أخرى من المخلوقات الحية بإمكانها أن تعيش بأرقام هائلة في منطقة سكنية واحدة. فهناك مثلاً الحشرات التي اعتادت من خلال عمليات تطورها على مدى السنين الطويلة أن تعيش في ظروف متعددة لا يمكن تصورها. ويقدر عدد الحشرات في مناطق عدة بحدود بليون بليون حشرة، أو 10 بقوة 18 ($10^{18}$) ــ أي الرقم 1 متبوعاً بثمانية عشر صفراً. وهو ما يوازي تعداد السكان البشري ببليون مرة. فلو مثلنا مجموع الحشرات في العالم على شكل

حفنة تراب، فإن مجموع الآدميين سيكون على شكل ذرة من هذا التراب. ومما يثير الدهشة أيضاً أنه لو نظرنا بشكل أدق إلى داخل أجسام هذه الحشرات، لاكتشفنا أن حوالي مئة ألف برزوية (وهي حيوانات ميكروسكوبية أحادية الخلية) تعيش في الجهاز الهضمي لكل حشرة، وتأكل كل ما ليس باستطاعة الحشرة هضمه. وبالتالي فإن هناك حوالي $10^{23}$ من هذه البرزويات تعيش داخل الحشرات في العالم. وهذا الرقم هو أكبر من مجموع عدد النجوم في الكون.

وكما كتب جوناثان سويفت، بعد اختراع جهاز الميكروسكوب الذي كشف للعالم لأول مرة وجود البرزويات، يقول:

على البرغوثة الكبيرة هناك برغوثة صغيرة
تقف على ظهرها وتعضها؛
وعلى البرغوثة الصغيرة هناك برغوثة أصغر؛
وهكذا يمضي العالم إلى ما لا نهاية.

؟

## كيف تحدد ما إذا كانت فئة ما من الحيوانات منقرضة أو مهددة بالانقراض؟

هناك احتمال في أن تكون فئة معينة من الحيوانات الثديية الصغيرة جداً أو الحشرات مهددة بالانقراض، حتى ولو كانت بضعة ملايين منها لا تزال تعيش في منطقة معينة. وفي الوقت نفسه، قد لا تدفع فئة أخرى من الحيوانات تعيش بأعداد أقل جداً في مناطق متعددة إلى مثل هذا النوع من القلق. وعلى هذا الأساس، فإن تحديد ما إذا كانت فئة معينة من الحيوانات مهددة بالانقراض هو مسألة معقدة، ليس لها خصائص ثابتة يتم تطبيقها في كل مرة. ومثلما تتنوع فئات الحيوانات والنبات، كذلك تتنوع المتغيرات التي تدخل في عملية تحديد وضعها. فعلى صعيد الحيوانات الصغيرة مثلاً، فإن للمسكن أهمية خاصة، فلو حصل وتعرضت منطقة سكن هذه الحيوانات للتدمير عن طريق التلوث، فإن كل فئة هذه الحيوانات تلقى المصير نفسه.

وهناك حالة مماثلة طالت فئة طيور النمنمة (طيور صغيرة جداً) التي تستوطن جزيرة سانت كليمنت على القرب من كاليفورنيا. فقبل الحرب العالمية الثانية بفترة بسيطة، جلب المزارعون وأصحاب المزارع مجموعات من الخنازير والخراف لتربيتها على الجزيرة، التي تبلغ مساحتها 13 ميلاً طولاً و 1 ــ 3 أميال عرضاً. وخلال الحرب استعملت البحرية الأميركية الجزيرة كهدف

لتمارينها العسكرية، مما أدى إلى تدمير بعض المزارع. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الخنازير والخراف التي جلبها المزارعون تكاثرت خلال المدة بشكل سريع، مما أدى التهامها الجزء الأكبر من المزروعات. وبحلول العام 1955، أصبحت طيور النمنمة وفئات أخرى من الحيوانات بحاجة ملحة للمأوى. فبذهاب المزروعات التي كانت تؤمن لهذه الطيور الملجأ والسكن، أصبحت هذه الأخيرة مهددة، ومن ثم منقرضة، حيث أن أحداً لم يعد يرى لها أثراً منذ العام 1960. ولا تزال حتى اليوم فئات معينة من النبات مهددة بالانقراض.

والعامل الآخر الذي يحدد إمكانية إحدى فئات الحيوانات على الانقراض هو التكاثر. والأسئلة التي تطرح في هذا المجال على بساط البحث هي: ما هو مدى السرعة التي تتكاثر بها هذه الحيوانات؟ وما هي نسبة المواليد التي تظل على قيد الحياة؟ وكم وليد تنجب هذه الحيوانات عند كل مرة؟ وغيرها من الأسئلة... ويحدد معدل حياة إحدى فئات الحيوان بالإضافة إلى سرعة تكاثره طول الفترة التي على السلطات المختصة انتظارها قبل الإعلان عن انقراض هذه الفئة. ومع أن فترة الانتظار هذه قد لا تتعدى السنة إذا ما كانت الفئة قيد الدرس هي، لنقل، ذبابة الفاكهة، وقد تصل إلى حدود 50 ــ 60 سنة إذا ما كانت الفئة المدروسة هي طائر الكوندور (النسر الأميركي)، الذي يصل معدل حياته إلى 30 سنة.

وفي الولايات المتحدة، يتولى مدير دائرة الأسماك والحياة البرية في وزارة الداخلية مهمة تحديد فئات الحيوان المهددة بالانقراض، وذلك بالارتكاز على المعلومات الحديثة العلمية والتجارية. وتصدر هذه المعلومات عن علماء البيولوجيا المختصين، أو علماء النبات، أو علماء الطبيعة، العاملين في هذا المجال، والذين يقومون بتسليم اكتشافاتهم إلى الدائرة في واشنطن. ووفق قانون فئات الحيوان المهددة بالانقراض، الصادر في العام 1973، يمكن وضع أية فئة على لائحة الحيوانات المهددة إذا كانت تستوفي الشروط الآتية:

1 ــ التهديد الحاضر بتدمير أو تغيير منطقة سكن هذه الفئة؛

2 ــ استعمال الوسائل التجارية، أو الرياضية، أو العلمية، أو البحثية بحيث تؤثر سلباً على هذه الفئة؛

3 ــ الموت أو الافتراس؛

4 ــ غياب الميكانيكية المنظمة التي تمنع انقراض فئة حيوانية أو تضاؤل مساحة سكنها؛ و

5 ــ وجود عوامل طبيعية أو مفتعلة من قبل الإنسان تؤثر على استمرار وجود هذه الفئة.

وإذا ما تبين من خلال هذه الشروط أن فئة معينة من الحيوان مهددة بالانقراض، فإن مدير هذه الدائرة يسرع إلى تحديد «منطقة الخطر»، وهي المنطقة التي تقطنها هذه الفئة، والتي تشتمل على النواحي البيولوجية والفيزيائية الضرورية للحفاظ عليها، والتي قد تستلزم برامج

خاصة للتعامل معها. وقد تتوسع «منطقة الخطر» لتشمل حتى المساحة خارج هذه المنطقة، والتي قد يراها المدير على أنها ضرورية لحماية هذه الفئة. ويركز المدير بشكل رئيسي على بعض المبادىء الأساسية لوجود هذه الفئة، مثل كمية الغذاء، ومناطق بناء الأعشاش، والموارد المائية، والنباتات اللازمة، وأنواع التربة، والتي توفر بقاء هذه الفئة من الحيوانات إلى أن تشطب من على لائحة الحيوانات المهددة بالانقراض.

؟

## كيف تنحت المصغّرات المطابقة للتماثيل الكبرى؟

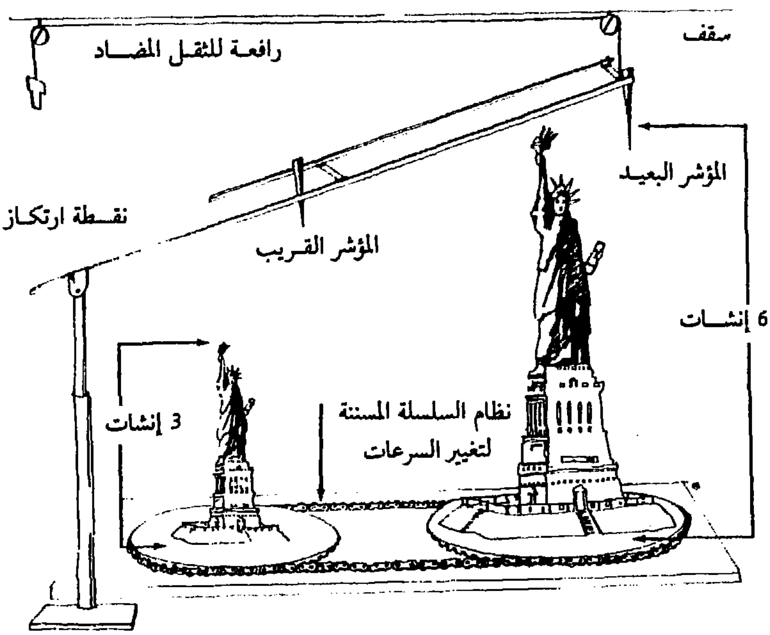
ليس من السهل تصغير حجم تمثال الحرية في نيويورك لكي يصبح في متناول السائح القادم من منطقة سيدار رابيدز في أيوا؛ كما أنه ليس من السهل صنع آلاف النسخ عن تمثال إبراهام لنكولن، تحمل الملامح الحكيمة والداكنة نفسها. وتحتاج مثل هذه العملية إلى فريق متخصص من النحاتين، ينقلون عن النسخة الأصلية من التمثال، أو صور عنه، ومستخدمين لذلك الغرض آلة عبقرية تبدو كما لو أنها من اختراع روب غولدبرغ.

ولقد عمدت شركة إيفلين هيل، التي حصلت على امتياز بيع تماثيل مصغرّة عن تمثال الحرية، إلى جمع أكبر عدد ممكن من التصاوير عن التمثال، بعضها مأخوذ على الأرض، والبعض الآخر من الجو بالهيليكوبتر. ثم قامت الشركة بتسليم الصور إلى نحات ناسخ، متخصص في تحويل الأشكال المصورة إلى تماثيل مثلثة الأبعاد. ويتولى هذا النحات، متوسلاً غريزته وعينه المدربة، بصنع تمثال من البلاستيك أو الطين أو الشمع. ويختار هذا النحات الحجم الذي يحلو له للتمثال؛ أما عملية تكبير التمثال أو تصغيره فتلك مسألة أخرى. وعلى هذا الأساس، فأن جُلّ ما يهتم به النحات عند تلك المرحلة هو إتقان الشكل بتفاصيله كاملة.

ولكن هذا الإتقان لا يعني بالضرورة أن يلتزم النحات بالمقاييس ذاتها للتمثال الأصلي. بل أن كل شيء يعتمد على رغبة الزبون. ويقول جون سيلفرز من شركة إيفلين هيل، أنه «لو نظرنا بإمعان في التمثال الأم لوجدنا أنه ضخم قليلاً عند الصدر ومن الخلف. وقد طلبنا من النحات أن يخفف من هذه العيوب قليلاً، وأن يجمّل منظر التمثال».

وعندما ينتهي النحات الناسخ من صنع التمثال المقلد، يسلمه بدوره إلى مصنع التذويب حيث يتم صنع النسخ عنه. ويعطي العاملون في هذا المصنع التمثال المقلد الشكل

والحجم الذي يوصي به الزبون، وذلك عن طريق أداة غريبة الشكل اسمها «المنساخ الثلاثي الأبعاد». وتتشكل هذه الأداة من عارضة أفقية متحركة مزودة بمؤشرين دوارين. ويتصل المؤشران ببعضهما عن طريق عارضة ثانية تؤمن حركتهما بترادف. وبالتالي فإنه كلما رسم أحد المؤشرين زوايا التمثال، قام المؤشر الآخر بحفر تمثال الطين بالزوايا نفسها. ويعتلي هذا الجهاز عاموديًا منصة متحركة تسمح له باللف والدوران. وتمر عارضة المؤشرين بنقطة ارتكاز يليها من الجهة الثانية ثقل مضاد، بحيث يتولى المؤشر الأبعد عن نقطة الارتكاز مهمة المسح الكبرى، والمؤشر الآخر مهمة المسح الصغرى.




المنساخ الثلاثي الأبعاد

وبهذه الطريقة يتولى نحاتو المصنع صنع نسخة «مصغرة» للتمثال عن طريق رسم زوايا التمثال الأصلي بواسطة مؤشر البعد، فيما يعمل مؤشر القرب على تشكيل تمثال الطين المقلد. ويتصل هذا الجهاز بجهاز سلسلة مسننة لتحديد السرعة الغرض منه تأمين دوران الجهاز وفق السرعة نفسها.

وقد نحت ديف كاي، وهو صانع النسخة المقلدة من تمثال الحرية، تمثاله بعلو 4 أقدام. فيما قام نحاتو المصنع بصنع نسخهم عن التمثال وفق القياسات التي يحددها الامتياز، وهي: (6 إنشات، 14 إنشاً، وقدمين). ولنسخ هذا التمثال الذي بلغ طوله قدمين عن الأصل الذي

بلـغ طوله 4 أقدام، فقد استلزم العمال وضـع التمثال الأكبر عن المؤشر الأبعـد، ثم التمثال الأصغر عند المؤشر الأقرب، وعلى نصف المسافة من نقطة الارتكاز (طالما أن التمثال الأصغر هو بنصف حجم الأكبر).

وعندما تنتهي هذه العملية، يؤتى بالنحات الأول لكي يضـع اللمسات الأخيرة على التمثال المنسوخ قبل البدء بصنـع التماثيل النحاسية.

؟

## كيف يُعـرف الوقت؟

كانت أول ساعة صنعها الإنسان على شكل قرص شمسي من نوع ما، وكانت تطلعه على الوقت بالدقة التي كان يحتاج إليها: أي مكان الشمس في النهار، والفترة المتبقية لحلول الليل. وبإمكان هذا القرص الشمسي أن ينبئنا، بقدرة تفوق قدرة العين البشرية، عن مكان وجود الساعة «الحقيقية»، وهي الشمس. وليس من المستغرب إن لجأ الناس إلى الشمس وإلى تحديد مواقعها من أجل اعطاء شكل ما لأحداث حياتهم؛ فالحياة بكاملها مدينة باستمراريتها إلى تأثيرات حرارة الشمس، طالمـا أنها نمت وتطورت بتـواتر مـع إشـراق وغروب الشمس. وعـلى هـذا، فـإن الحـاجـة الأولى للوقت هي البقـاء عـلى اتصـال مـع محيط الإنســان المادي، ودوراته الطبيعية الموزعة بين الضوء والظلام، والحر والبرد، والمد العالي والمد الواطي، والنمو والتردي: أي بمعنى آخر، فإن الإنسان بحاجة دائمًا إلى تواقت دوراته الطبيعية، وهي الجوع، والعطش، والجنس، مـع البيئـة. ولهذه الاستعمالات للوقت، على الإنسان أن يطلـع دائمًا على مكان الشمس. إلا أن الإنسان يحتاج في بعض الأحيان لأن يتواقت لا مـع العالم الحسيِّ فحسب، بل مـع بقية الناس: وهذا يشمل ركوب القطارات، والعمل في المكاتب، وتناول الغذاء مـع الآخرين، إلى آخره... ومن أجل هذا الغرض، وهو تنسيق نشاطات البشر مـع بعضهم، يجب على الإنسان أن يعطي للوقت أسماء يفهمها العالم كله. ومن هنا، يبرز الاختلاف بين التعامل مـع العالمين الطبيعي والبشري، ففيما تطلعنا الأرض والشمس على الوقت، نحتاج نحن بدورنا إلى الاتفاق مـع سائر البشر على تحديد الوقت، إذا ما أردنا للوقت أن يعني شيئاً بالنسبة لنا.

وبالنسبة للعالم المتطور تقنياً برمته، فإن الأمين ــ المتفق عليه ــ على الوقت، هو المكتب الدولي لتحديد الساعة (BIH)، ومركزه باريس. ويظل هذا المكتب على اتصال دائم مـع سائر المختبرات وأبراج المراقبة الفلكية في 70 بلداً مختلفاً، والتي تساهم في تحديد «الوقت الصحيـح»

بشكل رسمي. وتثير الساعات المعتمدة لدى المكتب، بالإضافة إلى مقرات المنظمات الوطنية، مثل مكتب المقاييس الوطني الأميركي، الأعجاب بمدى دقتها. إذ تبلغ دقة «الوقت الكوني المنسق» (ومختصره VTC)، وهو المقياس العالمي بالنسبة للوقت، حدود واحد من بليون بالثانية تقريباً.

وتعود دقة الساعات المعتمدة لدى المكتب المذكور، إضافة إلى سائر الأعضاء، إلى خصائص عنصر السيزيوم (وهو عنصر فلزي فضي اللون). وتكون ساعة السيزيوم عبارة عن آلة تصدر صوتاً محدد النغم والتواتر. وتعمل وتيرة الإشارة الكهرو مغناطيسية على تحديد فترة ذبذبة الفوتونات التي تتشكل منها بالثانية الواحدة. ولكن بما أن معيار الثانية هو ما نريد أن نحدده ونعرّف به، فإننا نقول إن الثانية هي كمّ ما من ذبذبة الفوتونات. والسؤال هنا هو: كيف نعيرّ الذبذبات ضمن إطار زمني من دون أن نستشير الساعة التي نود ضبطها؟ والجواب هو أن ذرات السيزيوم تؤدي نوعاً من «القفزات» الكهرو مغناطيسية ـ وذلك عندما تكف الالكترونات ضمن تلك الذرات عن الدوران في اتجاه معين لكي تدور في الاتجاه المعاكس ـ وكل ذلك ضمن تواتر معين. فإذا ما اتفقنا على أن حساب الثانية سيتم وفق التواتر اللازم لتغيير اتجاه دوران ذرات السيزيوم، فإننا سنتفق عند هذا الحد على أن ذلك التواتر ـ وبالتالي الثانية ـ يقاس وفق خصائص دوران السيزيوم الثابتة حتماً.

هذا وقد وافق كل الأعضاء المشاركين في المكتب الدولي للساعة على أن 9,192,631,770 نبض فوتوني ـ وهو تواتر دوران السيزيوم ـ هو معيار جيد لتحديد الثانية. هذه هي الثانية إذن. ومن باب العلم فقط، يمكن القول إن الثانية هي 31,536,000/1 من الوقت الذي يستلزم الأرض لكي تقوم بدورتها حول الشمس؛ إلا أن دقة ذرات السيزيوم تظل هي المعيار الأفضل.

وبما أننا تمكنا من تحديد معيار الثانية، فإن الخطوة التالية تكون بجمعها بواسطة عدادات مبرمجة لكي تتوافق مع الفترات الزمنية المتعارف عليها من النهار، وهي الظهر، ومنتصف الليل، والساعة الرابعة صباحاً. ولكن، كيف تعلم الناس بالوقت من دون أن يمر الوقت وأنت تعلمهم به؟ والجواب هو أن الدول أيضاً تحتفظ لديها بساعات السيزيوم المعيارية، التي تضبطها بحسب إحدى الساعات الموجودة لدى المكتب الدولي في باريس، والتي تنقل بالطائرة، ويشرف عليها فريق تقنيين مهمتهم ضبطها بشكل صحيح. وعلى هذا فإن أية منطقة جغرافية في العالم بإمكانها أن تحصل على الوقت الصحيح، وبإمكانها أن تعطي الوقت المضبوط لسكانها عن طريق الراديو. وعلى هؤلاء السكان أن يأخذوا في عين الاعتبار الزمن الذي تستلزمه الإشارة الوقتية للوصول إليهم عبر هذه الوسيلة. فمثلاً، يقوم المكتب الوطني للمعايير في الولايات

المتحدة بالبث عن طريق محطة «WWV» في فورت كولينز، بكولورادو. وتحتاج موجات الراديو الكهرومغناطيسية إلى الانتقال بسرعة 186 ألف ميل بالثانية (وهي سرعة الضوء)، أي أنها تحتاج إلى 0,12 ثانية للوصول إلى نيويورك.

أما السؤال هنا فهو: من يحتاج لكل تلك الدقة، والتي تصل لحدود واحد من بليون ثانية؟ والجواب هو أن التقنية نفسها التي أوجدت هذه المعدات الدقيقة هي التي تحتاج لدقتها. ففي أنظمة الملاحة الجوية والبحرية مثلاً، يتم تحديد موقع الطائرة أو الباخرة بالنسبة إلى أبراج المراقبة التي تقع على بعد آلاف الأميال منها. فإذا ما تلقت السفينة المبحرة، لنقل، نمط موجات إذاعية مصدره واشنطن في أميركا، وغرينويتش في المملكة المتحدة على التوالي، فإن بإمكان هذه السفينة، الموجودة شمالي الاطلسي، أن تحتسب موقعها عن طريق حساب أي من «الإشارتين» وصلها أولاً، ووفق أية أجزاء من الثانية، علماً بأن موجات الإشارتين تسافر بسرعة الضوء. ومن الضروري هنا أن تكون هذه الحسابات متناهية الدقة، إذ أن أي خطأ بمقدار واحد على مئة ألف من الثانية بإمكانه أن يؤدي إلى خطأ باحتساب موقع السفينة بحوالي الميلين.

أيضاً، هناك شركة الهاتف، والتي تحتاج لمثل تلك الدقة. إذ تقوم هذه الشركة بإجراء عدة مكالمات على خط هاتفي واحد، من أجل توفير الوقت، وذلك عن طريق «تفتيت» كل مكالمة من هذه المكالمات إلى نبضات تكون أقصر من الكلمة نفسها (وفي الواقع فإن هذه النبضات لا تكون أطول من 1/1000 من الثانية). وبعد عملية التفتيت هذه تقوم الشركة بإرسال هذه النبضات عبر الخط الهاتفي بالتوالي، حيث يتم تجميعها مجدداً على الطرف الثاني من الخط، لكي تصبح على شكل كلام مفهوم. وهنا يحتاج الجهاز المرسل للنبضات لأن يتواقت مع الجهاز المتلقي لها بدقة تامة، وإلا فإن النتيجة ستكون مريعة، وذلك حين تختلط النبضات ببعضها، ولا يعود الحديث مفهوماً.

وأيضاً، من بين الذين يعتمدون على التوقيت الصحيح، هناك محطات الراديو والتلفزيون، وعلماء الفيزياء، ورواد الفضاء، وشركات الكهرباء، التي تزود المشتركين لديها بتيار متقطع بمقدار 60 سايكل بالثانية.

ويعتبر تواتر ذبذبة ذرات السيزيوم من أدق العمليات التي يشهدها الإنسان، وربما أدق من حركة الأرض نفسها، وهي التي أوحت للإنسان القديم بمبدأ الزمن. فمن المعلوم أن الأرض باتت تبطىء من دورانها بمعدل ثانية واحدة بالسنة، وذلك بسبب قوة جذب القمر عند المحيطات. وهناك سنوات يكون فيها هذا الوضع أشد فعلاً من سنوات أخرى. ويحصل العلماء على هذه المعلومات عن طريق متابعة حركة سير النجوم والكواكب ودراسة مواقعها بالمقارنة مع الأرض. (ويذهب علماء الاحاثة [وهم الذين يبحثون في أشكال الحياة في العصور الجيولوجية

السابقة]، الذين قاموا بدراسة أحجار المرجان القديمة، والتي تؤطر نفسها بحلقات شبيهة بلحقات الشجر، إلى حد القول إنه منذ حوالي 600 مليون سنة، كان طول النهار على الأرض 21 ساعة فقط)!. ومن جهة أخرى، فإنه يستلزم ساعة السيزيوم نحو 370 ألف سنة لكي تخسر ثانية واحدة. وبمعنى آخر، فإنه خلال سنة واحدة، يحصل اختلاف عميق بين النظام الشمسي وساعة السيزيوم.

ولقد وافق العلماء على حل وسط بين الشمس والساعات التي نعتمدها للوقت. وبموجب هذا الحل الوسط فإن المكتب الدولي في باريس يقوم سنوياً بتصحيح الوقت وفقاً للشمس، وذلك لكي يظل الظهر ظهراً قدر الإمكان بالنسبة لساعاتنا. وفي السنوات القليلة الماضية، أضاف المكتب «ثانية واحدة» ما بين 31 كانون الأول/ديسمبر وأول كانون ثاني/يناير، لكي تصبح الدقيقة بحدود 61 ثانية، وذلك من أجل اعطاء الشمس الفرصة للحاق بنا. وربما نحتاج لدقائق «أقصر» مستقبلاً فيما لو أن العالم زاد من سرعته كل بضع سنوات. وبهذا الخصوص يقول الدكتور جيمس أ. بارنز، لدى المكتب الوطني للمقاييس في بولدر، كولورادو: «أنه عندما يصبح الفارق الزمني مهمًا، نحتاج إلى ضبط ساعاتنا، طالما أنه من الصعب أن نضبط حركة الأرض».

وأخيراً، فإنه لو أحب القارىء أن يحصل على الوقت بدقة تصل إلى واحد بالبليون من الثانية، فما عليه إلا أن يتصل بالمكتب على الرقم 7111 ــ 499 (303)، على أن لا ينسى أن يحتسب الزمن الذي تحتاجه الإشارة للوصول إليه بسرعة الضوء.

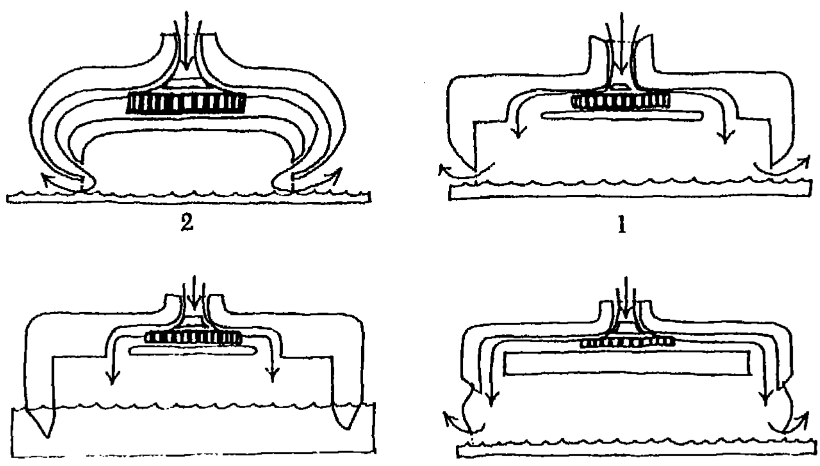
؟

## كيف تسرع السفينة الهوائية فوق سطح الماء؟

عندما تسافر السفينة الهوائية (هوفركرافت) فوق سطح الماء، فإنها في الواقع تطفو على الهواء، وذلك أن وسادة هوائية عالية الضغط تغلف بطن السفينة، وتؤمن ارتفاعها فوق سطح الماء، والانطلاق بسرعة رهيبة مهما كانت ضخامتها. وقد طورت مثل هذه السفن ذات الوسادة الهوائية (AVC) في العام 1959، وتنوعت بحيث أن بعضها برمائي، أي قادر على التنقل فوق الماء وفوق اليابسة.

ويقع مباشرة تحت السفينة فراغ ضخم، أو بالاحرى «غرفة هيولية»، يدفع بداخلها الهواء عن طريق مراوح ضخمة. ويأخذ الهواء المتدفق في بعض هذه السفن شكلاً حلقياً، أي

بمعنى أن المتركزات الكبرى للهواء تكون عند أطراف الوسادة، لكي تحميها من الإحاطة بضغط منخفض للهواء. وتقوم فتحات الهواء بالوسادة بدفعه إلى داخلها دفعاً، مما يزيد من فعاليتها، فيما لو كان اتجاه الهواء عمودياً. ولمزيد من الحماية، فإن الوسادة، التي يزيد ضغط الهواء فيها عن ضغط الجو، تكون مدعومة بقميص متمدد من النايلون القاسي المقوى بالمطاط الصناعي (النيوبرين). ويسمح هذا القميص للسفينة الهوائية بالارتفاع أعلى في الهواء من دون فقدان للطاقة، كما يسمح لها بالسفر فوق المياه العالية الأمواج من دون خسارة كمية تذكر من الهواء. وتتميز السفن الضخمة من هذا النوع بالقمصان المطاطية عند مقدمتها ومؤخرتها، إضافة إلى أطراف جانبية قاسية وغير قابلة للثقب تمتد حتى تلامس الماء عند كلي الطرفين. ويساعد ذلك في مزيد من تجنب فقدان الهواء، إلا أن مثل هذه الأطراف القاسية لا تنفع إلا للسفر بسرعة منخفضة وفي المياه العميقة.




1 ـ ترسو السفينة الهوائية فوق «وسادة» هوائية مباشرة تحت جسمها. ويؤمن الهواء المدفوع داخل غرفة هيولية الارتفاع عن سطح الماء.

2 ـ ويدخل الهواء الوسادة عبر فتحات في محيط الوسادة، بطريقة تبقي على الضغط الهوائي عالياً، أعلى منه في الطبقة الهوائية الخارجية.

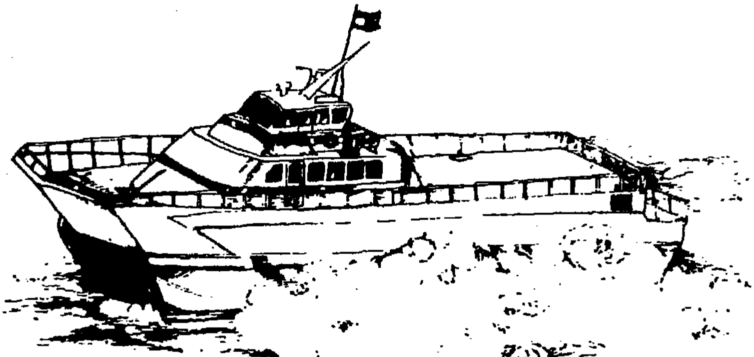
3 ـ ويزيد القميص المطاطي المرن المحيط بالوسادة من فعالية السفينة، وتسهيل سفرها في المياه الصعبة.

4 ـ وتنغمر جوانب السفينة الهوائية جزئياً بالماء، مما يجعل خروج الهواء ممكناً فقط عند مقدمة السفينة ومؤخرها. وبمعنى آخر، فإن ثبات السفينة فوق الماء يكون على حساب سرعتها.

وتتمتع السفينة الهواء بنظام مندمج للنفخ والاندفاع، مما يعني أن المحرك نفسه الذي يدفع بالهواء داخل الوسادة، يشغل مراوح الاندفاع. وتستعمل السفينة الهوائية ذات الجوانب الضخمة محركات الديزل لتأمين الاندفاع، فيما تستخدم أنواع أخرى من السفن الهوائية الأصغر

حجماً محركات توربينية تعمل على الغاز الخفيف الوزن. ويتسرب الهواء إلى داخل الوسادة عبر أنبوب ضخم في أعلى السفينة، أي بعيداً عن رزاز الماء، ومن هناك يتجه نحو مروحة ضخمة ــ أو أكثر ــ يبلغ حجم قطرها نحو عشرة أقدام. وتضخ هذه المراوح ذات المحاور العامودية الهواء داخل الغرفة الهيولية، مما يعوض عن الهواء المفقود باستمرار. أما عملية الدفع فتتم عبر مراوح مائية أو هوائية، فيما تحصل عملية توجيه السفينة وإداراتها بواسطة ديناميكية الهواء؛ أي أن الزعانف والدفة هي التي توجه الهواء في الاتجاه المطلوب. أما عند السرعات المنخفضة، فإن نبضات الدفع التي توجه السفينة الهوائية تتم بواسطة المراوح الجوانبية، وأي تغيير في زاوية الدفع قد يؤدي إلى تحطيم شفرات المراوح.

واليوم، تصنّع شركة بل تيكسترون للملاحة الهوائية والفضائية ثلاثة أنواع أساسية من السفن الهوائية. وقد وقعت الشركة عقداً في أيلول/سبتمبر 1979 مع البحرية الأميركية لبناء وتسليم 28 سفينة برمائية من طراز LACV-30. وقد صممت هذه السفن خصيصاً لنقل شحنات ومعدات من السفن القريبة من الساحل إلى الشواطىء والمناطق البرية القريبة نسبياً. ويبلغ مدى وزن مثل هذه السفن نحو 27 طناً وهي فارغة، وحوالي 62 طناً وهي محملة. كما أنه يمكن حملها بداخل السفن الناقلة. ويصل مدى سرعة هذه السفن نسبياً حوالي 50 ميلاً بالساعة في البحر، ونحو 25 ميلاً بالساعة على الأرض. وتعمل هذه الشركة أيضاً على بناء سفن برمائية أضخم حجماً، تكون مخصصة لنقل الدبابات الثقيلة باتجاه الشاطىء. أما للوسائل التجارية، فإن الشركة تصنع سفن (SES)، التي تنفع للسفر فوق المياه فقط لا في البر، والغرض منها السياحة أو نقل البضائع بسرعة 46 ميلاً بالساعة في المياه الهادئة، و 37 ميلاً في المياه العميقة.



؟

## كيف تلمع أضواء النيون الغازية؟

غاز النيون عموماً هو غاز عديم اللون، عديم الرائحة، خامد النشاط الكيماوي، اكتشف لأول مرة في العام 1898، من قبل العالمين الفيزيائيين والكيميائيين البريطانيين، السير وليم رامزي وموريس و. ترافرز، والذين اطلقا تسمية «النيون» على ذلك الغاز تيمناً بالكلمة اليونانية، ومعناها «جديد». وفي الوقت الذي حصل فيه الاكتشاف، كان علماء الفيزياء منشغلين باختبار امكانية توليد الإشعاعات عن طريق أحداث قوس بين قطبين كهربائيين بداخل أنبوب مفرغ يحوي كمية قليلة من البخار. وفي العام 1910، قام جورج كلود، العالم الفرنسي، بملء أنبوب فارغ بغاز النيون، ليلاحظ بعدها أنه لدى تمرير فولتاج عال في القطبين الكهربائيين المتباعدين، تحصل عملية انتقال كهربائي تؤدي بدورها إلى لمعان الأنبوب بلون أحمر غامق. وتستلزم هذه العملية تنقية غاز النيون من أية غازات أخرى، حتى ينقل الشحنة الكهربائية عبر الأنبوب. وتتم عملية التنقية هذه بواسطة الفحم النباتي المبرّد إلى درجة ـ 180 أو ـ 190 درجة، بحيث يتشرب الشوائب في الأنبوب، قبل إخراجه منه.

وسرعان ما تم اعتماد الإضاءة بواسطة النيون في أوائل القرن العشرين، وكذلك تم استخدام أنواع أخرى من الأبخرة المختلفة عن النيون. وعلى سبيل المثال، فإن بخار الزئبق يعطي ضوءاً أزرقاً. ومع أن الأضواء اللصفية (الفلوريسانت)، التي اكتشفت في العام 1930، تكون مملوءة في الواقع ببخار الزئبق، إلا أن الجدران الداخلية للأنبوب الذي يحتويها تكون مغطاة بمادة تشع باللون الأبيض عند تعريضها للإشعاع.

؟

## كيف تمزج النكهات المصطنعة بحيث تتشابه مع النكهات الأصلية؟

كبداية، يجب القول أن صياغة السؤال تخضع للمناقشة. إذ أن للموز اليانع، على سبيل المثال، أكثر من 150 عنصراً للنكهة؛ ولذلك، فمن غير المحتمل أن تتشابه نكهة الموز المقلدة مع الأصلية. وإضافة إلى ذلك، فإن المستهلك اعتاد على النكهات الرخيصة التي يتذوقها حالياً وسابقاً لدرجة أنه نسي طعم الأصلية منها، لا بل صار يفضلها على النكهة الأم. ويقول أحد

خبراء النكهة الكيماوية لدى شركة فريتز، دودج وألكوت بهذا الخصوص إن «شركته تحولت عن اعتماد النكهة الأصلية، وذلك لأنها ما عادت شعبية مثلما كانت في الماضي. . .». ويشير موظف آخر لدى أحد مصانع النكهة إلى أنه لو فكر بتقليد نكهة «الخبز»، لاختار نكهة خبز «وندر»، بدل الخبز المنزلي العادي!

وتنقسم عناصر النكهة الصناعية إلى قسمين، فهي إما تقليدية (أي مزيج بين العناصر الطبيعية والمصنعة) أو مصطنعة (أي كيماوية بحتة). وفي كلا الحالتين، فإن عملية التصنيع تبدأ بعزم أحد خبراء الكيمياء على عزل عناصر النكهات الأساسية. ولذلك الغرض، فهو يفصل بين عناصر الأغذية الطبيعية، ثم يكشف الروائح المميزة بأساليب معقدة جداً. فمثلاً، يمكن من خلال أسلوب التحليل الكروماتوغرافي (تحليل اللون) كشف عناصر عصير الفريز. ويتم ذلك من خلال اعطاء هذا العصير الفرصة لكي تمتصه مادة متشربة، بحيث تتوزع عناصره على طبقات مختلفة. وحالما يتم عزل هذه العناصر، يصبح بالإمكان تحليل هذا العصير بواسطة مقياس للطيف. وتتم عبر هذا الجهاز مهمة لف المادة ضمن حقل مغناطيسي، وتسليط سيل من الإلكترونات عليها. ويؤدي ذلك إلى تجزئة العنصر ضمن حقل المغناطيس، بحيث يتمكن الخبير الكيماوي من مراقبة نمط التجزؤ الخاص. وحالما ينجح الخبير باكتشاف المؤلف الكيماوي لذلك العنصر، ينتقل من ذلك إلى تجميع الأجزاء اصطناعياً.

إلا أن بعض العناصر يتألف من مركبات كيماوية أيسومرية أو متجازئة، أي من جزئيات متشابهة رغم اختلاف مواقع ذراتها. وقد تتجمع هذ الذرات على بعضها بأشكال مختلفة (ملتوية على سبيل المثال) إلا أن كل شكل من هذه الأشكال له أثره المميز على النكهة. (وقد يكون لأحدها نكهة دسمة مثلاً، فيما لأخرى نكهة حامضة، إلى آخره. . .). ولهذا فإن من الضروري تفريق هذه الذرات عن بعضها، وهذا يتم عبر أداة نووية مغناطيسية مرددة للأصداء. وبهذه الوسيلة يتم برم الجزئيات ضمن حقل مغناطيسي، قبل ابعادها عن بعضها، واستخدام التموجات الصوتية من أجل تعريف الطاقات الاهتزازية الصادرة عن هذه الجزئيات. وتنقل التموجات الصوتية من ثم هذه المعلومات المستحصلة إلى داخل مرسمة للذبذبات، التي تتولى رسم النمط المستحدث. وتنتقل المهمة للخبراء من أجل تحديد شكل الجزئيات الحقيقي.

وعن طريق هذه التقنية، وتقنيات أخرى، يتمكن الخبراء من تحليل النكهات الطبيعية لمختلف الأغذية. وقد يكون عدد العناصر التي تؤلف الغذاء قيد الدرس ضخماً جداً. وعلى سبيل المثال، فقد كشفت المؤسسة الدولية للنكهات والروائح (IFF) أن الفريز يتكون من 125 عنصراً. وفي الوقت الذي تكون فيه بعض العناصر بديهية، تكون أخرى صعبة الاكتشاف لدرجة لا تصدق. وإضافة إلى ذلك يؤكد اخصائيو النكهة أنه عند اكتشاف المعادلة الكيماوية الدقيقة لغذاء ما قيد الدرس، تصبح عملية إيجاد النكهات الصناعية سهلة جداً.

ويصر شارلز هـ. غريم، وهو نائب رئيس المؤسسة الدولية، على أن عملية المطابقة للنكهات هي فن بحد ذاته. وكما هو الحال بالنسبة لدراسة الخمور أو الأطعمة الغالية الثمن، فإن عملية تثمين النكهات الصناعية تتم بواسطة الحواس، أي بالمقارنة الذوقية والشمّية. ويعمد أحد الذواقين على سبيل المثال إلى شم وذوق عصير فريز طبيعي ثم مقارنة نكهته بعشرين أو ثلاثين أو ربما ستين عنصراً تم مزجها بحسب اكتشافات اخصائيين البحث الكيماوي.

وهناك الآف المركبات الصناعية للنكهة، والتي يستخدمها الأخصائيون من أجل تركيب الأطعمة المعقدة. ومن بين هذه المركبات نذكر الأملاح العضوية، والكحوليات، واللاكتوز (سكر اللبن)، والكيتون (مركب عضوي)، والفينول (حامض الكربوليك)، والالديهيد، والاثير، والاسيتال (سائل عطر)، والهيدروكربونات الممزوجة بأصبغة نباتية، والزيوت الأساسية، ومستخرجات الزهور. وقد أعدت دائرة الأغذية والأدوية في الولايات المتحدة نحو 800 مركب للنكهة الصناعية (ومختصرها GRAS أو النكهات الآمنة عموماً). ويشير مفضلو هذه النكهات إلى أن لها امكانية أكبر على الثبات وتحمل تغيرات الحرارة من النكهات الطبيعية. وتمتاز النكهات الاصطناعية بأنها متوفرة دائمًا، وبثمن رخيص، وثبات في اللون والتركيب، وهو ما يفضله اغلبية المستهلكين. وبغض النظر حول ما إذا كانت النكهات والأغذية الصناعية هي البديل الأمثل للأصلية منها (من ناحية الطعم والمكونات)، فإن تنوع هذه النكهات والأطعم في الأسواق الاستهلاكية مثير للدهشة. ولا يكفي مثلاً أن بإمكاننا شراء نوع من الطعام بنكهة لحم الدجاج، ولحم الدجاج بالفطر. وبالنسبة للبندورة هنا النكهة الطازجة والهشة، وهناك النكهة اللينة، والمطبوخة. ويذهب أحد صناعيي النكهة إلى القول بأن «طعم فراخه أطعم من الفراخ نفسها.. وتشبه طعم طبيخ جدته تماماً». وأي فخر هذا لجدته!!...

؟

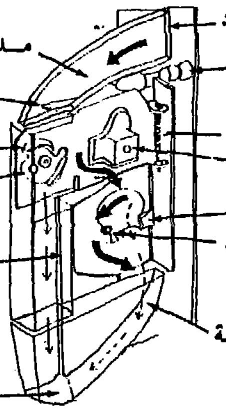
## كيف تفرق آلة البيع الكهربائية بين قطعة النقود الصحيحة وبين القطعة المعدنية التي لا قيمة لها؟

تكون آلة البيع الكهربائية مجهزة عادة بميكانيكية لفحص قطع النقد، لا تقف عند قياس قطر القطعة أو سماكتها فحسب، بل تمضي إلى حد فحص وزنها، وخليطها المعدني، وخصائصها المغناطيسية.

وتدخل قطعة النقد الآلة عبر شقب، مقاس بدقة بحيث لا يستقبل سوى قطع النقد من

الحجم المطلوب، وتنزل في المهوى باتجاه ذراعين متوازنتين تشبهان المخرز. وتضغط قطعة النقد من الوزن المطلوب على الذراع بشكل كاف لتحريك الوزن المضاد على اليسار من هذه الذراع، فإذا ما تحركت هذه الأخيرة، يؤدي ذلك إلى مرور القطعة في الاتجاه المرسوم لها. وعند هذه النقطة أيضاً يتم التدقيق في قطر قطعة النقود؛ فإذا ما كانت القطعة أصغر من الحجم المطلوب، سقطت في مجمع النقود المرتجعة. وإذا ما كانت أكبر، فهي تعلق عند هذا الحد. وعند الضغط على زر ارتجاع النقود، تفتح كوة جانبية، مما يسمح لقطعة النقد بالاتجاه نحو المجمع.

وحدة فحص النقود في آلة البيع الميكانيكية




تصل في الواقع قطع النقود الصحيحة إلى المخرج الذي يسمح ميكانيكياً للطلب بالخروج.

تسقط القطع الصغيرة نسبياً عند مستقبل القطع المرفوضة.

يبطىء المغناطيس من سقطة القطع ذات المحتوى المعدني الكثيف، وبالتالي يمنعها من اجتياز دبوس الارتداد، ويدفعها بدلاً عن ذلك باتجاه مخرج النقود المرفوضة.

وبالنسبة للقطعة ذات الوزن المناسب والحجم المناسب، فإنها تكمل طريقها من دون عوائق باتجاه الحقل المغناطيسي. فإذا ما كانت نسبة محتوى المعدن فيها كثيفة، على سبيل المثال، يلتقطها المغناطيس. وهنا أيضاً يؤدي ضغط زر الارتجاع إلى تحريك ذراع ماسحة تبعد قطعة النقد عن المغناطيس. وبذلك يكون مرور قطعة النقد بسهولة وبسرعة عبر جهاز الكشف مرتبطاً بمكوناتها وبوزنها. وعلى ذلك فإن السرعة التي تهوي فيها القطعة يجب أن تكون كبيرة بالشكل الذي يسمح لها بالقفز فوق دبوس الارتداد باتجاه المخرج الذي يسمح للآلة بإعطائك طلبك.

؟

## كيف يُلفّ الشريط اللاصق؟

إذا ما جرى وسحبت كمية من الشريط اللاصق أكبر مما تحتاج، فلا تتعب نفسك وتحاول أن تعاود لف الكمية الإضافية. فهي ستدور حول نفسها، وتلتصق ببعضها، وبأصابعك، وإذا ما تمكنت أخيراً من إعادة لفها، فإن أطرافها ستفيض وتتطعج وتتكسر. وهنا قد تسأل نفسك بغضب كيف يتمكن صانعو الأشرطة اللاصقة من لف ملايين الأشرطة اللاصقة بإتقان وتسليمها للمكاتب والمنازل في كل أنحاء العالم؟

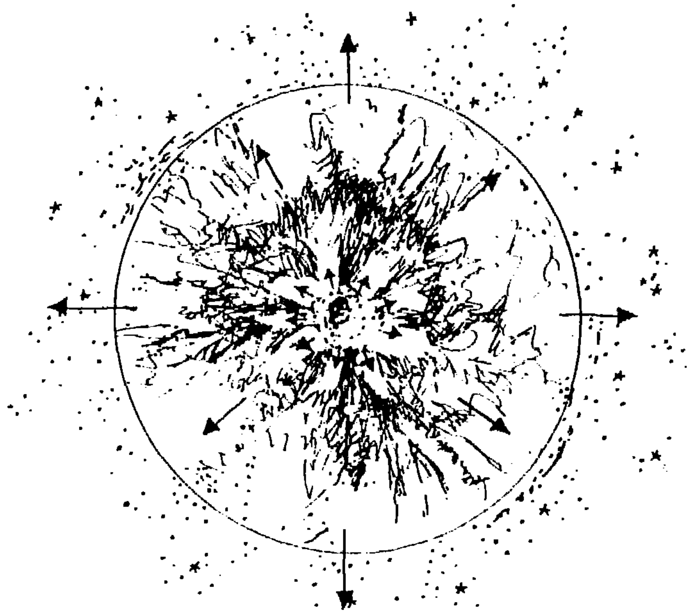
والخدعة هنا تكمن كلها في لف الشريط اللاصق قبل قطعة بالشكل الذي نراه به. وتماماً كما تمر الصحيفة اليومية عبر المطبعة، يمر شريط فيلمي من البوليستر أو السيلوفان، يبلغ عرضه بضعة أقدام، عبر آلة شبيهة بالمطبعة، إلا أنه بدل طبعه بالكلمات يتم تغطيته بالمادة اللاصقة. وبعد هذه العملية، ينقل هذا الشريط اللاصق الضخم إلى آلة للشق الطولي، حيث تتولى شفرات حادة دائرية بتقطيعه إلى أحجام مختلفة. وبخلال ثوان فقط تكون هذه الآلة قد اقتطعت الشريط اللاصق، والأنبوب الملتف عليه، إلى الأشكال التي نبتاعها من المكتبات.

؟

## كيف يمكن قياس حجم الكون؟

هناك جوابان لهذا السؤال، وكلاهما يتعلق بتعريف «الكون». وأول هذه الأجوبة يقول إن الكون هو لا محدود، أي يشمل كل شيء، المادة، والغبار، والكواكب، والنجوم، والطاقة، والزمن، والفضاء. وطالما أنه ليس هناك من شيء بعد حدود الـ«كل شيء»، فإنه يمكننا بدلالات بسيطة أن نستنتج أن الكون لا محدود.

ولكن ماذا لو كنا نعني بكلامنا الكون «المرئي»، أي المادة والطاقة التي يمكننا اكتشافها طالما هي على مرأى منا؟ وكيف نعرف المدى الذي تنتشر فيه هذه «المكونات»؟ ولهذا السؤال جواب مثير. إذ يبلغ عمر الكون «المرئي» حوالي 40 بليون سنة ضوئية. وتقاس السنة الضوئية بالمسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة، أي ما هو بحدود ستة تريليون ميل (ستة إلى يمينها 12 صفراً)، أي بمجموع حوالي 240 بليون تويليون ميل.



يسجل «الأنفجار الكبير» (Big Bang)، الذي حصل قبل حوالي 20 بليون سنة، بداية الكون.

وبإمكاننا التكهن بحجم الكون المرئي، انطلاقاً من معرفتنا لتاريخ بداية الكون. وقد استطاع علماء الفلك من الاستنتاج بأن الكون هو في توسع مستمر من خلال مراقبة المجرات؛ إذ يشير العلماء إلى أن النجوم، والكواكب، والمجرات تتحرك كلها مبتعدة عن بعضها. وتقول إحدى النظريات الحديثة إن الكون بدأ بانفجار هائل، اسمه «البيغ بانغ» (Big Bang)، وإننا نحن البشر نسكن على إحدى الشظايا المتطايرة عشوائياً، والتي تأتت عن هذا الانفجار. ومن خلال قياس سرعة حركة المجرات، وتحديد النقطة التي انتشرت منها هذه المجرات، أمكن لعلماء الفلك أن يتصوروا الزمن الذي يعود إليه الأنفجار الكبير، حتى وصلت المجرات التي انطلقت منه إلى حيث هي اليوم. وبالتحديد، يقول العلماء إن هذا الأنفجار حصل قبل 20 بليون سنة تقريباً.

وبما أن الضوء يسافر أسرع من أي شيء آخر في الكون، فإن أبعد الشظايا الكونية هي بالضرورة عبارة عن نبضات حرارة الضوء التي نتجت عن الانفجار الكبير، وتبعثرت في كل اتجاه قبل 20 بليون سنة. وفي هذه اللحظة يكون الضوء قد سافر مسافة 20 بليون سنة ضوئية، أي أن النبضات الضوئية التي ابتعدت في اتجاهات متضادة عن الانفجار هي الآن على مسافة مضاعفة من بعضها عما هي عن نقطة الانفجار. وبمعنى آخر، فإن هذه النبضات هي على بعد 40 بليون سنة ضوئية عن بعضها، و«هذا» هو قطر الكون المرئي.

؟

## كيف اكْتُشف أن الكون آخذ في التوسع؟

بعد انفجار الكون، لم تكن الأرض سوى إحدى الشظايا التي تأتت عن الانفجار الهائل قبل 20 بليون سنة، والذي خرجت عنه طاقات حرارية هائلة بلغت حدود عدة تريليونات درجة، مسجلة بذلك بداية الكون. ومنذ «الأنفجار الكبير» (انظر: «كيف يمكن قياس حجم الكـون»)، والنجوم، والكـواكب، والغازات، والغبـار المجري، تبعـد عن بعضها البعض بما يشبه الشظايا المتناثرة عشوائياً.

ومن نقطة ارتكاز على سطـح الأرض، تبدو النجوم وكأنها ثابتة لا تتحرك. وبالفعل فإن مراكز النجوم تبدو لنا وكأنها أكثر المظاهر الكونية ثباتاً على الاطلاق. ويصف قيصر نفسه في مسرحية شكسبير «يوليوس قيصر» على أنه مثال رجل الدولة الحق والثابت المواقف:

ولأنني ثابت كثبات النجم القطبـي
الذي بثباته الحقيقي وخاصة الهامدة
لامثيل له في كل السماء الزرقاء

ولكان صدم قيصر لوعلم أن النجم القطبـي، الذي يتكلم عنه، يسير باتجاهنا عبر الفضاء بسرعة عشرة أميال بالثانية. إلا أن العلماء يطمئنوننا بأن كوكبنا والنجم القطبـي ليس على مسار تصادمي. وبشكل عام، فإن النجوم كافة تسير «مبتعدة» عن بعضها، وبخاصة تلك الموجودة في مجرتنا. وهذا ما يعنيه علماء الفلك حين يؤكدون لنا أننا جميعاً على مسار ابتعادي عن نقطة الانفجار الكبير. ومفتاح اللغز هنا هو أن موجات الضوء التي تصلنا من النجوم البعيدة عنا نسبياً تمثل «نقلة حمراء». ولفهم ذلك، علينا أولاً معرفة حقيقة هذه الموجات.

فعندما تسير عربة الاطفاء باتجاهك وهي تزعق بصفارتها، فإن ذروة طبقة الصوت بالنسبة لك تبدو في تزايد. وحالما تمر العربة بقربك وتسير مبتعدة عنك، يبدو لك وكأن هذه الذروة هي في تناقص. والصوت، مثله مثل الضوء، هوعبارة عن حرارة تسافر على شكل موجات. والصوت أيضاً يتألف من موجات ضاغطة في الهواء، تصطدم بطبلات آذاننا في تتابع سريع. ويحدث شكل صفارة الإطفاء نمطاً من الموجات عن طريق الارتجاج والتذبذب، وإطلاق نبضات من الهواء الكثيف المضغوط كل مرة يدفع فيها الصوت إلى الخارج، تتبعها مساحة من الهواء الأقل ضغطاً كل مرة يمتص فيها الصوت إلى الداخل. وبذلك تكون الموجة هي عبارة عن نمط من الضغط يتم ارساله عبر الهواء ليشكل دورة كاملة للصوت الخارج والداخل. ويسمى عدد

النبضات بالثانية الواحدة بارتداد الصوت. بما معناه أنه كلما تمكنت آذننا من التقاط عدد أكبر من الموجات بالثانية الواحدة، كلما ارتفع ارتداد الصوت الذي نسمعه. وعلى هذا فإنه كلما اقتربت منا عربة الاطفاء، مرسلة مئات الموجات الصوتية بالثانية، كلما «لحقت» إحدى الموجات بواحدة أخرى بسرعة أكبر، ثم تليها الأخرى التي تأتينا من مصدر أقرب. وهكذا تصطدم كل نبضة بآذاننا بوقت أقصر بين النبضة والأخرى، مما يعني أن ارتداد موجات الصوت يزداد، وأن الصوت يتعالى. ولما تبدأ العربة بالابتعاد عنا، تتسع المسافة بين النبضة والأخرى، طالما أن الصفارة تطلق النبضة على مسافة متباعدة عن الأخرى. وبهذا يتناقص عدد النبضات التي تلتقطها آذاننا بالثانية الواحدة، مما يعني أن ذروة الصوت آخذة بالتناقص.

ويعتبر الضوء شكلاً آخر من أشكال الموجات الحرارية، وله هو أيضاً موجات ارتدادية مختلفة. وبعكس الصوت الذي يستلزمه وسيط (كالهواء أو الماء) للتنقل، فإن الضوء يسافر في فراغ الفضاء. ويحلل أحد رواد الفضاء ضوء النجوم متوسلاً لذلك موشور متصل بتيليسكوب فضائي. ويعمل الموشور على نشر نقطة الضوء «البيضاء» المتأتية عن نجمة واحدة، والحاملة عدة موجات ارتدادية، إلى مجموعة من الاطياف الملونة، يكون فيها الضوء مرتباً بحسب الموجات الارتدادية من الشمال إلى اليمين. وتتمركز الموجات الارتدادية العالية، والتي تميل إلى اللون الأزرق أو البنفسجي، إلى شمال المجموعة، فيما يبهت اللون الأزرق ويتحول إلى الأخضر، والأصفر، والبرتقالي، وأخيراً الأحمر كلما انخفضت الموجات باتجاه اليمين.

وعندما يتم احراق أي عنصر، إن في الفضاء أو على الأرض، فإنه يعطي موجة ارتدادية معينة، أو مجموعة موجات من الطاقة الضوئية. فإذا ما تعرض هذا الضوء لفعل موشور، فبالإمكان عندها ملاحظة «خاصية» هذا العنصر من خلال نمط الخطوط الناتجة عن عصبة الموجة الملونة الخارجة من الموشور. وعلى سبيل المثال، فإن النمط الخاص بعنصر الكالسيوم، الذي تراه يحترق على القشرة الخارجية الملتهبة لعدة نجوم، يكون على شكل خطين داكنين بالقرب من منطقة الموجات الارتدادية العالية، وخطوط «زرقاء» عند نهاية الطيف. ومن خلال مراقبة هذه «الخاصية» يمكن لنا أن نتنبأ بمسار النجوم: فإذا ما كان أحدها يبتعد عنا مثلاً، فإن موجات الضوء التي نتلقاها منه تكون ضعيفة الارتداد أو التواتر، تماماً مثل صوت صفارة عربة الاطفاء لتنخفض تدريجياً كلما سارت العربة مبتعدة عنا. ومع أننا نظل نشاهد خطي الكالسيوم على تنا الطيفية، إلا أن موقعهما يختلف تدريجياً. فهما يتنقلان باتجاه اليمين، أي باتجاه اللون . وباتجاه الطرف الضعيف التواتر من الموشور. وكلما توسعت هذه النقلة باتجاه اللون ىر، كلما ابتعد عنا النجم أو المجرة. وبهذه الطريقة التحليلية لضوء النجوم، يتوصل ماء الفلك إلى رسم خريطة حركات النجوم ومجراتها.

ويمكن استخلاص نتيجة أساسية من هذه الخريطة الكونية، وهي أن كل بقية النجوم والمجرات، ما عدا تلك القريبة منا نسبياً، تبتعد عنا بمئات أو حتى الآف الأميال بالثانية الواحدة. وكلما كانت هذه النجوم بعيدة عنا كلما ازدادت سرعة ابتعادها. ويشبه هذا النمط تطاير الشظايا الناتجة عن انفجار ما. ومن المحتمل جداً أن يستمر الكون باتساعه إلى ما لا نهاية، طالما تستمر النجوم بالابتعاد عن بعضها، وبذلك لا يكون هناك أي حد لحجم الكون.

ومع ذلك، يظل هناك احتمال آخر، رغم أنه لا يرجح عموماً. ويفيد هذا الاحتمال أنه بعد مرور حوالي 60 ــ 100 بليون سنة ستعمل قوة الجذب بتخفيف سرعة اتساع الكون، وبذلك ينعكس اتجاه النجوم، التي تمضي باتجاه بعضها، منذرة بانفجار كبير آخر عند الالتحام. إلا أن هذا الاحتمال يبقى مستبعداً، على الأقل في الوقت الحالي، طالما أنه يستلزم الكون عشرة أضعاف كمية المادة الموجودة فيه حالياً، لتشكل قوة جذب كافية لإيقاف مسيرة الكون الاتساعية.

وعلى كل حال، فإن 100 بليون سنة بالنسبة لنا هي مسألة لا تشغل البال. فالحياة على الأرض عمرها أربعة بلايين سنة؛ وعمر الإنسان مليون سنة تقريباً. كما أنه بعد ستة بلايين من الآن سوف تكبر شمسنا وتتضخم لتصبح أشبه بكرة عملاقة حمراء اللهب، وستحرق كل نظامنا الشمسي، وتحوله إلى رماد. وحتى ذلك الحين، يكون أحفادنا ــ هذا اللهم إذا بقي أحد منهم ــ قد انتقلوا للعيش في نظام شمسي آخر.

؟

## كيف تُدْخل رغوة الصابون بداخل صفيحة صابون الحلاقة المعدنية؟

إذا لاحظت في الواقع طول المدة التي تستخدم فيها صفيحة صابون الحلاقة المعدنية، فإنك من دون شك سوف تدرك أن بداخل هذه الصفيحة من حجم 11 أونصة كمية ضخمة من الصابون.

والحقيقة هي أن المحلول الصابوني بداخل الصفيحة يتمدد حال خروجه منها، وذلك لأنه ممزوج أصلاً بغاز الهيدروكربون، الذي يتبخر حالما يخرج إلى الهواء الطلق. ويكون هذا الغاز مضغوطاً بدرجة أعلى من الضغط الجوي خارج الصفيحة، ولذلك فإنه في الحرارة العادية يتحول إلى غاز. ويكون هذا الغاز ممزوجاً بالصابون السائل بداخل الصفيحة المضغوطة حتى يضغط أحدهم بأصبعه فوق سدادة الصفيحة، مما يحرر الغاز بداخلها، ليخرج وتخرج معه رغوة الصابون.

ويشكل هذا الغاز ما نسبته 3 ـ 5 بالمئة من محتوى الصفيحة. أما المحلول الصابوني، الذي يتألف من المنظفات والعطر، فيتم خلطه أولاً قبل ادخاله في الصفيحة. ويضاف إليه من ثم الغاز بإحدى طريقتين. فإما أن تغلق الطبقة العليا من الصفيحة بالسدادة وطاقية السدادة ويحكم اغلاقها قبل إضافة الغاز إلى المحلول عن طريق الضغط. وإما أن يدخل الغاز إلى داخل الصفيحة قبل سدها.

؟

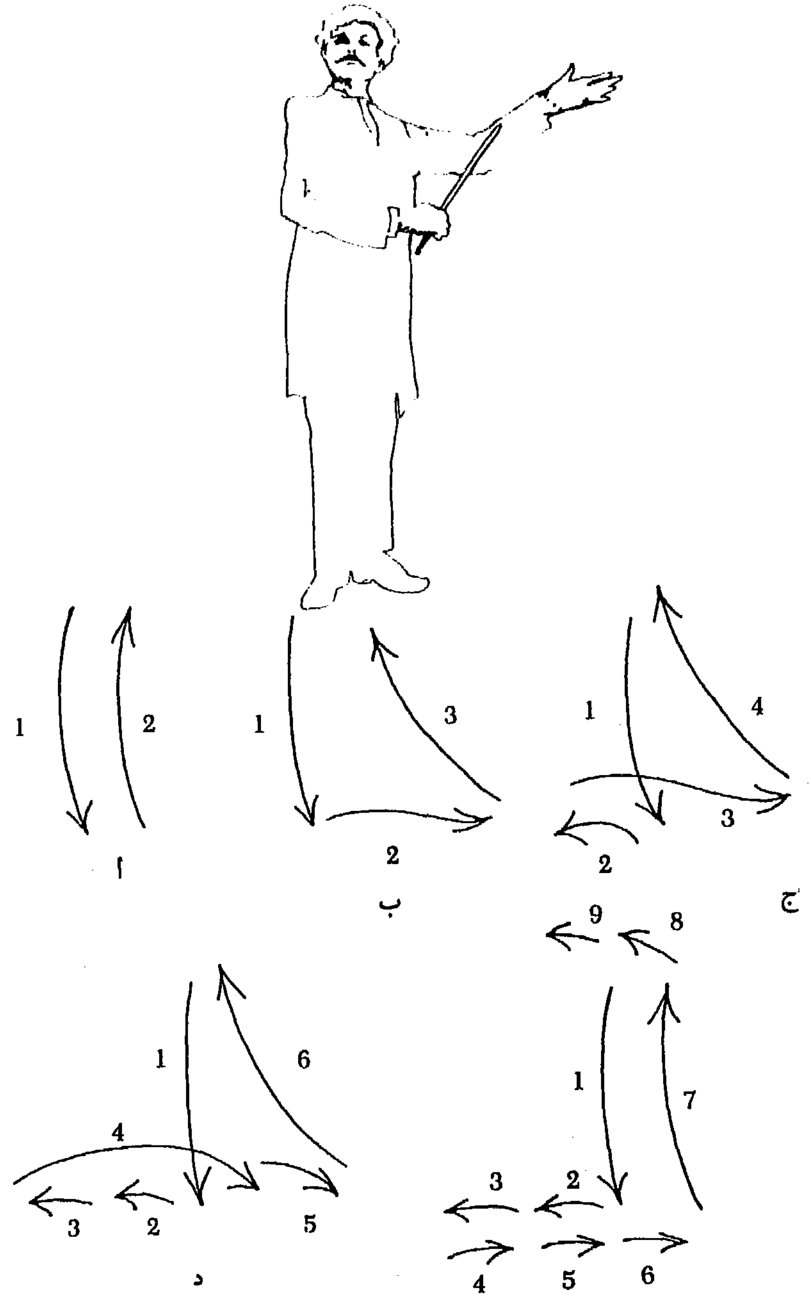
## كيف يدرك الموسيقيون ضمن فرقة الأوركسترا ما يريده قائد الفرقة منهم؟

لا بد أنك شاهدت ولو لمرة واحدة قائد الفرقة الموسيقية جورج شيل وحركاته الرائعة، أو سيجي اوزاوا وتنغيماته الدقيقة، أو ليونارد برنشتاين ودراميته الرومانتيكية، وهو يرمي ذراعيه في الهواء وغالباً ما يقفز فوق الأرض. وأنك ولا بد تساءلت كيف يدرك أي موسيقي من ضمن الفرقة ما يريده «المايسترو» منه؟ وكيف يمكن لأي موسيقي أن ينتقل من فرقة اوركسترا إلى أخرى دون أن يضيع تماماً. والواقع أنه رغم اختلاف الأساليب، التي تتنوع بين مايسترو وآخر، فإن هناك بعض الحركات الأساسية المشتركة.

فالمعلوم أن أي قائد فرقة موسيقية يستعمل يده اليمنى للحفاظ على ايقاع النغم. وبهذا الإطار فإن حركة اليد باتجاه الأسفل تشير إلى الايقاع الأول من الجملة الموسيقية، والحركة باتجاه الأعلى تشير إلى الايقاع الأخير. وعلى هذا فإن مقطوعة موسيقية وفق زمن $^3/_4$ تبدأ بحركة اليد إلى الأسفل (1)، ثم إلى اليمين (2)، ولفوق (3). وتتصور الأشكال حركة الايقاع المؤلف من حركتين، وثلاث، وأربع، وست، وتسع حركات.

ومن النادر أن يحتاج أي قائد فرقة موسيقية محترفة لتسجيل كل حركة ايقاع مفردة بيديه، ولذلك فإنه نادراً ما يتمسك حرفياً بهذه الحركات. ومع أنه لا يخسر الايقاع أبداً، إلا أنه يضمن حركة يديه مسحة طبيعية تعكس ما يجيش بداخله. وتؤدي اليد اليسرى غرض تمويه ديناميات المقطوعة، وتوجيه اشراك الآلات الموسيقية الأخرى والأصوات بالنغم. وهنا أيضاً لا يضطر المايسترو إلى ملاحظة كل عازف في الفرقة. ففي عزف مقطوعة كونشيرتو على البيانو مثلاً، لا يجد المايسترو نفسه مضطراً للتركيز على عازف البيانو، الذي يدري من دون شك توقيت دخوله على النغم. ولهذا تجد المايسترو ينقل اهتمامه إلى عازفي الكمان لكي يوجههم في اللحظة المناسبة، أو إلى عازف الكمان الضخم (تشيلّو) من أجل تخفيف صوته. وتعني الحركات الصغيرة

بالنسبة لأعضاء الفرقة تخفيف أدائهم وتطريته، فيما الحركات القوية تشير من دون شك إلى العزف الصاخب. وكذلك يستخدم المايسترو الحركات القصيرة والفجائية من أجل المقاطع السريعة؛ والحركات الطويلة المتواترة للعزف البطيء.



ويمسك اغلبية قادة الأوركسترا بعصا في يدهم من أجل الحفاظ على الايقاع. فيما تخلى الآخرون حديثاً عن هذه العادة لكي تكون لهم حرية أكبر في الحركات. ويضطر قادة الفرق الغنائية (الكورال) غالباً إلى استعمال كلي اليدين من أجل ضبط الايقاع. وعلى هذا يمكن القول إن الأساليب تختلف، مما يضطر العازفين مراراً إلى الاعتماد على حدسهم، إلا أن دور قائد الفرقة الموسيقية يظل أساسياً من أجل تنسيق العزف وتوحيد الأداء. وهذا الأمر ليس حديث العهد، إذ تظهر بعض التصاوير من الزمان السومري والمصري، أي حول 2800 سنة قبل المسيح، أشخاصاً يلوحون بأيديهم وهم يقودون العازفين على البوق والناي.

؟

## كيف يتم تصنيف الأفلام؟

تقوم هيئة من سبعة أعضاء بتصنيف الأفلام في الولايات المتحدة، أو بالأحرى ستة أعضاء ورئيس للهيئة، بالتعاون مع إدارة تصنيف وترتيب الأفلام (CARA)، وبإشراف جمعية السينما الأميركية (MPAA). ويعمل هؤلاء الأعضاء الستة بدوام كامل وبمرتب ثابت في مقر الهيئة بهوليود، حيث لا يفعلون سوى مشاهدة الأفلام طوال النهار. «ويتم اختيار الأعضاء»، حسب قول رئيس الهيئة ريشارد د. هيفنر، «وفق هدفين أساسيين: المرونة والثبات». وعلى هذا الأساس، فإن إثنين من أعضاء الهيئة هما من «الجيل القديم»، ومطلعان تقريباً على كامل تاريخ السينما الأميركية. ومع ذلك، فإن أحداً من أعضاء الهيئة لا يعتبر ثابتاً في مركزه. وعلى سبيل المثال، فإن إثنين آخرين من أعضاء الهيئة متعاقدان لمدة سنة أو سنتين مع الهيئة، ويعودان بعدها إلى مزاولة مهنتهما الطبيعية، مثل الكتابة أو التأليف أو غيره... ويعكس هؤلاء الأعضاء القيم الأخلاقية والمفاهيم المتغيرة للمجتمع الأميركي، وبخاصة الأهل. فيما العضوان الباقيان هما من الجيل الأصغر عموماً، ويتوقعان الحصول على عمل ما في صناعة السينما بعد إنتهاء عقدهما مع الهيئة، ومدته حوالي الثلاث سنوات.

وكان جاك فالنتي، وهو رئيس الجمعية السينمائية الأميركية، أول من وضع قوانين نظام التصنيف للأفلام عام 1968، بالتعاون مع منظمتين اخريتين، هما الجمعية الوطنية لمالكي المسارح (NATO)، وجمعية مستوردي وموزعي الأفلام الدولية الأميركية (IFIDA). ويتلخص هدف نظام التصنيف الأميركي بتقديم النصح إلى الأهل مقدماً فيما يتوجب على أولادهم مشاهدته أم لا، ومساعدتهم في اتخاذ مثل تلك القرارات. ويتلخص غرض نظام الرقابة على

الأفلام أيضاً في حماية الحرية الفنية، واتخاذ القرار بالنيابة عن أجهزة الرقابة الحكومية، والتي ستكون قاسية ومتصلبة لو ترك لها القرار.

وتأخذ الهيئة في عين الاعتبار عند تصنيف الأفلام الأمور التالية: اللغة، والموضوع، والتعري والجنس، والعنف. ولا تزال التصنيفات نفسها التي وضعت في العام 1968 سارية المفعول، ما عدا زيادة العمر المسموح به لمشاهدة الأفلام المصنفة تحت رمز «ر» (R)أو «أكس» (X) من 16 سنة إلى 17. وتقسم الفئات إلى:

ج (G): «عموم المشاهدين». وتطبق الهيئة هذا التصنيف على كل الأفلام التي تخلو من أية مشاهد تضايق الأهل، والتي يمكن للأطفال من كل الأعمار مشاهدتها. وتقول الجمعية السينمائية الأميركية «إن بعض الشواذات اللغوية قد تمر في تلك الأفلام، وقد لا تكون من نوع اللغة المهذبة التي يفضلها الأهل، إلا أن مثل تلك الشواذات تصادف الإنسان كل يوم... أما بالنسبة لمشاهد العنف في مثل تلك الأفلام فهي عند حدها الأدنى. وكذلك فإن مشاهد العري والجنس ليست موجودة على الإطلاق».

ب ج (PG): «ضرورة توجيه الأهل لأطفالهم». قد تحتوي هذه الأفلام على بعض البذاءة في اللغة، وعلى بعض العنف، وقليل من العري، إلا أنها تخلو تماماً من مناظر الرعب القاسية أو الجنس المفضوح. ويعتبر هذا التصنيف انذاراً للأهل بموجب تولي مسؤولياتهم تجاه أطفالهم قبل مشاهدة الفيلم».

ر (R): «محظور على الأشخاص ما دون الـ17 سنة، ويتطلب حضور الأهل أو مراقب معهم». وتكون لغة هذه الأفلام قاسية، وكذلك مشاهد العنف. وفيما أن مشاهد الجنس الفاضح والعري الكامل لا تكون متضمنة في الفيلم، إلا أنها لا تغيب عنه أيضاً. وعلى الأهل هنا مرافقة أولادهم خلال حضور الفيلم لتقديم الشروحات لهم بالنسبة لبعض المشاهد المؤثرة.

اكس (X): «محظورة على من هم دون الـ17 عاماً». وقد تتضمن هذه الأفلام المخصصة «للراشدين» فقط كمية كبيرة من الألفاظ الفظة والتعابير الجنسية القوية، بالإضافة إلى مناظر العري المتمادية والتي قد تنحو منحى العنف السادي». وعلى ما هو ظاهر فإن اغلبية مخرجي الأفلام العنيفة والجنسية لا يقدمون حتى افلامهم إلى الهيئة، بل يعمدون إلى تصنيفها بأنفسهم، آملين أن يجتذبوا بذلك كل الذين ينشدون الإثارة والتشويق. (وهذه هي المرة الوحيدة التي يسمح بها للمنتجين بتصنيف أفلامهم).

ومن الجدير بالذكر هنا أن الأفلام لا تصنف بالمقارنة أو المشابهة. وتدعي الهيئة أنها تصنف

كل فيلم من الأفلام المعروضة عليها بمنأى عن غيره، آخذة بعين الاعتبار العناصر المكونة له، والتمادي الذي تصل إليه، بحيث أن التصنيف يتناول كامل الفيلم لبعض المشاهد المعينة فقط. والاستثناء الوحيد هنا يختص بالأفلام التي تتضمن كلمات نابية وجنسية، والتي تصنف فوراً من فئة «ر». وخلافاً لذلك فإنه ليست هناك من مجموعة قوانين محددة سلفاً. ويقول ريتشارد هفنر (وهو مؤرخ، وأستاذ، ومؤلف لكتاب «التاريخ الموثق للولايات المتحدة، إضافة إلى شغله منصب رئيس هيئة التصنيف) «. . إنه لا يمكن الادعاء بأن كل الأفلام ذات الطابع الواحد تصنف بالفئة نفسها. ولو حصل ذلك فإنه يكون غير واقعي، ومغاير لطبيعة الأفلام المعاصرة وجمهور مشاهديها». ويقوم كل عضو في الهيئة كبداية بوضع تصنيف عام على الفيلم، ثم يعبأ قسيمة تصنيف يضمنها الأسباب التي حدت به لاختيار هذا التصنيف من بين غيره. أما القرار الأخير للتصنيف فيتم اختياره بالاقتراع.

ونظراً لمرونة نظام التصنيف وغياب الاختيار المسبق، فإن جدلاً طويلاً يسبق كل قرار. وهذا الجدل بالذات يدفع بعض منتجي الأفلام الغاضبين إلى الاحتجاج حول قرار تصنيف أحد أفلامه من فئة «ر» مثلاً بدل «ب ج»، الأمر الذي يفقده حوالي نصف جمهور مشاهديه. إلا أن مثل هذا التصنيف قد يدفع بالمنتج إلى معاودة مراجعة فيلمه قبل تقديمه إلى الهيئة مجدداً. وإن كان هذا يعني من شيء، فهو أن أعضاء اللجنة يرغمون أحياناً لمشاهدة ثلاث، أو أربع، أو حتى ثماني نسخ من الفيلم الواحد كل مرة. ولكن إذا استمر الخلاف حول التصنيف فإن من حق المنتج أن يقدم احتجاجه إلى مجلس الشكوى على التصنيف، وهو مؤلف من 24 عضواً، ينتمون إلى الجمعيات الثلاث آنفاً (IFIDA، و NATO، و MPAA). وهذا ما حصل بالنسبة لفيلم «كلاب» (Dogs)، الذي تم تصنيفه من فئة «ر»، رغم اعتراض منتجيه. ومع ذلك فقد اصر هيفنر على موقف الهيئة موافقاً عن قرارها بقوله:

«. . إن الهيئة تشعر بأن اغلبية الأهل سوف يعترضون على تصنيف الفيلم من فئة ب ج، نظراً لمشاهدة المتعددة التي تظهر كلباً شرساً وهو يهاجم الناس ويدميهم.

ولا تعتبر الكلاب من أصناف الحيوانات النادرة التي قليلاً ما يلتقيها الإنسان، والتي تعيش فقط في البراري والأدغال العميقة، بحيث لا يشاهدها الطفل إلا في الخيال. بل هي من الحيوانات الأليفة التي يربيها اغلبية الأميركيين في منازلهم، والتي يفضلها الأطفال الأميركيون عن غيرها. ولدى الهيئة ما يدفعها للاعتقاد أن المناظر الدموية في الفيلم هي من القسوة بشكل لا يجوز معه مشاهدة الأطفال لها من دون مرافقة أهلهم.

ونحن في اللجنة نقدر أن تخوفنا الذي بنينا عليه تصنيفنا للفيلم هو أساسي لجوهر الفيلم وهدفه. ونؤمن بأن الفيلم هو أبعد من أن يقبل به الأهل إذا ما تم تصنيفه بفئة «ب ج».

؟

## كيف تظهّر صورة «بولارويد» نفسها في وضح النهار؟

إن كل صورة مختزنة في فيلم «بولارويد» هي وحدة ذاتية الاحتواء تخدم كفيلم، وغرفة سوداء، وطبعة نهائية. ويكمن السحر في هذه الصور عبر الطبقات الكيماوية السبع عشرة المرتبة بدقة تحت سطح الصورة المربعة، والتي تبلغ سماكتها 0,002 إنشاً. وتتوزع ما بين هذه الطبقات الأصباغ التي تظهّر الصورة، والمواد التحميضية التي تظهر الوان الصورة، وطبقة الصبغة الغيرشفافة التي تحمي الصورة وهي في طور التظهير.

والذي يحصل أنه بعد التقاطك للصورة، تذهب هذه الأخيرة عبر محدلتين ضاغطتين تشبهان النشّافة في الغسالة القديمة الطراز. ويؤدي هذا إلى فتح جيب عند إحدى جوانب الصورة، مما يدفع بالمحلول الكيماوي إلى الاندلاق فوق طبقات الصورة المختلفة. ويتكون هذا المحلول من صباغ أبيض، وماء، وسوائل للتظهير، وطبقة عازلة للضوء، ومواد قلوية. ويؤدي ذلك إلى إطلاق عملية كيماوية تتم تحت سطح الصورة. ويلعب الصباغ الأبيض دور ملء المناطق البيضاء من الصورة، فيما ترتفع الألوان الأخرى باتجاه السطح.

وتتوسع الطبقة العازلة للضوء لتغطي كل الصورة، ولتمنع تعرض الفيلم للضوء. وتتألف هذه الطبقة من صباغ أبيض يحول دون إصابة الضوء للطبقات الحساسة التحتية. والجدير بالذكر هنا أن هذا الصباغ لا يتشرب الضوء إلا عند مزجه بمحلول قلوي. وتكون بقية السوائل، في الوقت نفسه، قلوية، مما يؤدي بها بعد مرور فترة بسيطة إلى فقدان خاصتها القلوية والكف، بالإضافة إلى الصباغ الأبيض، عن تشرب الضوء، والتحول إلى الشفافية. وهذا يؤدي بدوره إلى ظهور الألوان على الصورة.

وتتألف الألوان عموماً في الصورة الفوتوغرافية من ثلاثة أصباغ رئيسية: السيانوجين (الأزرق المائل إلى الخضار)، والفوشين (الأحمر المائل إلى البنفسجي)، واللون الأصفر. وتتوافق هذه الألوان الثلاثة مع بعضها البعض نظراً لأن كلا منها هو ضد شيء ما: فالأصفر هو اللون الذي تحصل عليه من خلال مزج كل الوان الطيف ما عدا الأزرق؛ والفوشين هو كل الطيف ما عدا الأخضر، والسيانوجين هو الكل ما عدا الأحمر. ولهذا، فإنه للحصول على اللون الأخضر مثلاً في منطقة ما من الصورة، فيجب إبعاد الصباغ الفوشيني من تلك المنطقة قبل مزج السيانوجين والأصفر.

وتعمد السوائل المظهرة للصورة في فيلم البولارويد، والتي ترتبط بجزئيات الأصبغة

المعروفة تحت إسم مظهرات الصباغ، إلى اخفاء لون ما من الظهور عن طريق تحييد دور الأصبغة التي لا تصنع هذا اللون. ولهذا فإن الأصبغة الغير مرغوب فيها تظل كامنة تحت طبقات الصورة، فيما تطفو الأصبغة الأخرى على السطح، حيث يمكن رؤيتها. وتكون هذه الأصبغة أصلاً في قعر الصورة بعد الطبقة السابعة عشرة. وتكون كل منها مغطاة بقشرة رفيعة من الهاليد الفضي، وهو مادة كيماوية شديدة الحساسية للضوء. وبذلك فإن كل طبقة من هذه المادة تكون حساسة للون مختلف من الضوء. فإذا ما سقط ضوء من جسم أخضر اللون مثلاً على ناحية معينة من الصورة، تأخذ الجزئيات الحساسة للضوء الأخضر، والتي تغلف صباغ الفوشيا، بتغيير شكلها. وعندما يتسرب المحلول الكيماوي إلى الصورة يتفاعل الصباغ الأخضر الحساس مع الصباغ الفوشيا تحته ويبقيه في مكانه. وفي الوقت نفسه، فإن جزئيات الهاليد الغير معرضة عند طبقات السيانوجين والأصفر (القديمة الحساسية للضوء الأخضر) لا تغير شكلها، ولا تتفاعل مع الأصباغ التي تغطيها. ولهذا فإن طبقات السيانوجين والأصفر تتحرك بحرية باتجاه الطبقات العليا الموجبة حيث تصنع اللون الأخضر الذي نراه في الصورة. ويقوم محلول كيماوي آخر باحتجاز هذين اللونين ويمنعهما من الاتجاه نحو منطقة أخرى، مما يعرض الصورة للفساد.

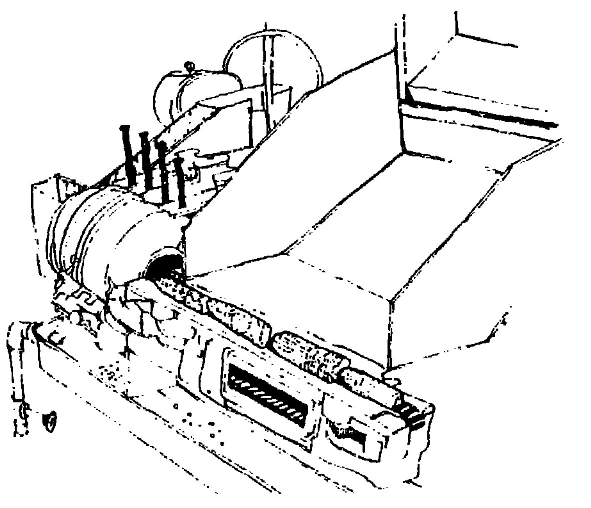
وتقوم طبقة بلاستيكية علوية بحماية النسخة النهائية من الصورة، وتعطيها إضافة لذلك بعض اللمعية، أثر انعكاس ضوء الغرفة عليها.

ولا تزال حتى الآن العملية الكيماوية الفعلية الخاصة بتظهير صور البولارويد محاطة بالسرية التامة من قبل المصانع المنتجة، كما أنها تحظى بالحماية اللازمة عن طريق مئات براءات الذمة المستحيلة القراءة (وذلك لأنها تعمد عن قصد أضفاء الغموض على اسرار ذلك الاختراع، حتى لا تستغلها الشركات المنافسة). وتعتبر هذه التقنيات المذهلة نتيجة لحوالي أربعين سنة من الأبحاث المستمرة في ميدان نظريات الضوء، وهندسة الآلات، والكيمياء العضوية. وبالإضافة إلى ذلك فقد تم اختراع مئات الخلائط الكيماوية التي لم تعرفها البشرية سابقاً بهدف تحسين صناعة الصور الفورية، وكل هذا في سبيل ستين ثانية من السحر تحفظ لك أجمل اللحظات من حياتك.

؟

## كيف تُنْزع حبات الذرة عن العرنوس وتعبّأ في الصفائح المعدنية؟

حالما تصل عربات التحميل الضخمة المليئة بعرانيس الذرة الطازجة إلى المعمل، يلقى بهذه العرانيس فوق حزام كهربائي ناقل يحملها إلى آلة التقشير. وتقوم الدواليب الدوارة ذات الأسطح المحززة في هذه الآلة بنزع القشور والسيقان عن العرانيس، قبل أن يتم ارسالها إلى عملية الفحص. وخلال هذه العملية تفصل اكواز الذرة غير الناضجة أو المصابة بمرض ما عن الصحيحة منها بواسطة اليد؛ فيما تستثنى كذلك الأكواز الجيدة لبيعها مجلدة. أما الأكواز الباقية فتنقل بواسطة حزام كهربائي ثانٍ إلى الآت التقطيع. ويقف على جانبي الحزام موظفون يقتصر عملهم على ترتيب العرانيس كي تدخل الآلة من ارومتها. وتختلف الآلات، فمنها ما يكون لها شفرات دوارة تنزع حبات الذرة عن العرانيس، واخريات بشفرات ثابتة تدفع من بينها العرانيس دفعاً. وبالنسبة للعرانيس الصغيرة الحجم، فإنها تدخل من بين الشفرات بعد تعديل فتحتها أوتوماتيكياً، فيما يشبه فتحة عدسة الكاميرا. ولقد كان هذا النظام التلقائي غير معروف في الآلات القديمة، والتي كانت شفراتها تفتح فتحة صغيرة بواسطة النرنبرك، ثم تترك للعرانيس الكبيرة الحجم مهمة توسيع هذه الفتحة أثناء دفعها بداخلها. أما في الآلات الحديثة التقنية، فتمر العرانيس بداخل دواليب دوارة أولاً، تكون متصلة بالشفرات، وتحدد فتحتها بحسب حجم العرنوس. وتتم عملية نزع الذرة عن الأكواز بالسرعة التي يتمكن فيها الموظفون من ترتيب اتجاه العرانيس قبل دخولها الآلة. ويتم ذلك بحدود المئة عرنوس في الدقيقة الواحدة، فيما تصل طاقة الآلة لاستيعاب العرانيس إلى حدود الـ120 أو 140 عرنوساً بالدقيقة.



أما الطريقة التي تختتم فيها عملية تعليب الذرة فهي مثيرة للدهشة. إذ تعبأ الذرة بداخل الصفائح المعدنية وتغلق «قبل» طبخها. وتتجه الصفائح بعد احكامها باتجاه فرن ذي ضغط بخاري هائل حيث تمكث بعض الوقت بإنتظار أن تنضج محتوياتها. ويكون بداخل بعض هذه الأفران ذراع دوارة ضخمة تقلب الصفائح باستمرار حتى تتساوى الحرارة بداخلها. وأخيراً تنتقل الصفائح بواسطة حزام ناقل باتجاه آلة التعبئة، التي تخزنها داخل علب كرتونية ضخمة بانتظار تسليمها إلى الموزع. وقد تلصق الماركة على ظهر العلبة في هذه العملية الأخيرة، أو لدى الموزع.

؟

## كيف تُصْنع المرايا؟

لسبب لا ندريه، ربما هو الحشرية، أو الإعجاب بالنفس، أو غرض آخر، أراد الناس عبر كل العصور رؤية صورتهم وهي تنعكس بطريقة ما. ولذلك فقد أقدم المصريون، حوالي 2500 سنة قبل المسيح، على صناعة المرايا من معدن مصقول جيداً، هو إما البرونز غالباً، أو الفضة أو الذهب أحياناً. أما المرايا الزجاجية التجارية الأولى، فصنعت في مدينة فينيسيا في العام 1564. وقد تكونت هذه المرايا من الزجاج المنفوخ، ومن ثم المسطح، والمكسو بطبقة من الزئبق والتنك. وعلى هذا فقد كانت فينيسيا هي المورد الأول للمرايا في العالم طوال قرون. ولم يكن إلا حتى العام 1840 حين أقدم عالم كيميائي ألماني، اسمه جوستوس لايبيغ، على اكتشاف أسلوب اكتساء الزجاج بالفضة، وهو الأسلوب المستعمل حالياً. وبواسطة هذه التقنية، يخضع نشادر الفضة لعملية كيماوية عن طريق عامل اختزال، هو إما السكر المنقلب (سكر مستخرج من النشاء)، أو ملح روشيل (مسهل خفيف الكتونة)، أو الفورمالديهايد (وهو غاز عديم اللون). وبالنتيجة فإن طبقة من الفضة المعدنية تنتشر بالسماكة نفسها فوق صفحة زجاجية ناعمة.

ومن دون الملاحظ اليوم أن المرايا المسطحة تعكس في الواقع صوراً متعددة: أي انعكاساً خفيفاً من الأمام وانعكاساً قوياً من الخلف. وفي الحقيقة، فإن هذا التشويش الذي تسببه الكميات الضئيلة من الضوء التي تخترق الزجاج، يصبح ذي أهمية كبيرة عندما يكون استعمال المرايا لأغراض علمية دقيقة. ولهذا نجد أن المرايا بداخل عدسات المناظير المقربة للبعد مثلاً تكون مكسوة بالمعدن من الأمام كما من الخلف. وكذلك فقد تم الاستعاضة عن الفضة

بالألومينيوم أو الكروم. كما تتم عملية الكساء بأسلوب الالتصاق الفراغي، وهو الأسلوب الذي يتطلب تسخين المعدن في غرفة مفرغة من الضغط. وبذلك تترسب الأبخرة الناتجة عن عملية التسخين على شكل طبقة رقيقة، تبلـغ سماكتها حدود الواحد على مليون من الإنش، فوق سطـح زجاجي مقعر أو دائري.

؟

## كيف تستمر الجمال من دون مياه؟

إن المفهوم القائل أن بإمكان الجمال أن تستمر من دون الحاجة إلى الماء على الأطلاق هو اسطورة لا حقيقة لها. كما أن الاعتقاد بأن الجمال تخزن الماء بداخل سناماتها لا أساس له أيضاً. أما الواقـع فهو أن الجمال تعبر المسافات الطويلة الشاقة في الصحراء الحارقة التي تندر فيها الواحات من دون الحاجة إلى التزود المستمر بالمياه بسبب اقتصادها الغير اعتيادي لهذه المادة. فالجمال اثبتت علمياً أنها تستطيـع تحمل انخفاضاً أكبر للمياه من أجسامها (حوالي 30 ٪) من الإنسان، الذي قد لا يتحمل انخفاض أكثر من 12 ٪ من مخزون المياه في جسمه. ويعود ذلك إلى أن الجمال ترشـح المياه من خلاياها الجسمية فقط، محتفظة بنسب المياه في الدم بشكل ثابت تقريباً. وفي هذا فإن الجمال تختلف عن بقية الحيوانات الثديية التي تخسر المياه من دمها، فيتحول هذا الدم بالتالي إلى مادة لزجة غير قادرة على تأمين الحرارة اللازمة للدورة الدموية، مما يؤدي إلى الانهاك، والانهيار، والموت المحتمل.

وإضافة إلى ذلك، فإن بإمكان الجمال أن تختزن حوالي 25 غالوناً من الماء خلال فترة قصيرة جداً. وبذلك تعوض عن كل ما فقدته، كما تعوض منسوب المياه في خلاياها من دون الوصول إلى حالة التسمم بالماء (وهي الحالة التي تصبح فيها الخلايا مملوءة بالماء أكثر من اللزوم)، كما يحصل مـع بقية الحيوانات الثديية.

ويمكن للجمال أن تتحمل لا تغيير مخزون الماء الكبير فحسب، ولكن أيضاً اختلافات حرارة الجسم الواسعة، وهو ما يمكنها من الاقتصاد في كمية الماء. وتبلـغ حرارة جسم الجمل في صيف افريقيا الشمالية الحار مثلاً 93 درجة فهرنهايت صباحاً و 105,3 درجة فهرنهايت بعد الظهر. ولا يبدأ جسم الجمل بترشيح العرق إلا عند بلوغ حرارة جسمه مداها، وذلك يعني أن خسارة المياه بواسطة العرق ضئيلة. وكذلك فإن الشعر الخشن الموزع على ظهر الجمل يسمـح بإتقائه من حر الشمس، كما أنه يسمـح بتبريد الجسم عبر تبخير العرق سريعاً.

وهناك مسألة أخرى هامة وهي أن قليلاً من الماء يخسره الجمل عن طريق البراز. كما أن معدل البول يظل ضئيلاً نسبياً، نظراً لأن الكلوتين تعوضان ذلك من خلال إفراز كميات قليلة جداً من البول، بالأخص عندما يكون الجسم بحاجة ماسة للبروتيينات. وأيضاً مما يساعد الجمال على تحمل قسوة صحارى آسيا الوسطى، والهند، وأفريقيا الشمالية، هو انخفاض معدل الدورة الدموية، وهو ما يسمح لهذه الحيوانات الباردة لأن تحيا على القليل جداً من الطعام الناشف، والبقاء من دون ماء لأكثر من أسبوعين.

؟

## كيف يطهو فرن «الميكرويف» الطعام من الداخل؟

منذ العام 1945 عرّفت شركة «أديسون جنرال اليكتريك» الناس على أول فرن للموجة الكهرطيسية الصغرى، والمعروف بـ«الميكرويف». ومنذ ذلك الحين أصبح استخدام هذه الأفران أكثر شيوعاً في العالم، نظراً للسرعة التي تطهو فيها الطعام. إذا ينضج الطعام بداخل هذه الأفران عن طريق الاحتكاك الحراري: بمعنى أن يبث هذا الفرن موجات إشعاعية قصيرة المدى (أي موجات لا يتعدى طولها المليمتر الواحد وحتى 30 سنتيمتراً)، تتغلغل بداخل الطعام وتؤدي إلى ذبذبة الجزيئات التي يتألف منها. وتحدث هذه الحركة الحرارة التي تطهو بدورها الطعام.

هذا، ويمكن أن تترك الأوعية الفخارية أو الزجاجية أو غيرها بداخل الفرن أثناء عملية الطهي، من دون الخشية عليها من فعل الموجات الحرارية، وذلك لأن هذه الموجات تعبر مثل هذه المواد دون أن تفعل فيها ما تفعله في الأطعمة. وكذلك الأمر فإن جزيئات الميكرويف تصطدم بالمعدن وتنعكس عليه من دون أن تعدل من حرارته.

ويشتمل فرن الميكرويف على أنبوب فراغي الكتروني يعرف بـ«المغنطرون»، وهو الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة إشعاعية عالية الارتداد عن طريق الذبذبة. وفي أغلبية هذه الأفران تنتقل الموجات الإشعاعية القصيرة بداخل أنبوب معدني إلى شفرات محرك (يشبه المروحة الكهربائية) يتولى توزيع هذه الموجات بداخل الفرن؛ مما يؤدي بها إلى الارتطام بجدرانه، والارتداد عنها، ومن ثم النفاذ إلى داخل الطعام ولكن، نظراً لعدد الموجات الإشعاعية القصيرة المحدودة التي تصدر عن جهاز المغنطرون، فإن الطهي بواسطة أفران الميكرويف يظل أقل فعالية من الأفران التقليدية، التي بإمكانها طهي كميات كبيرة من الطعام دفعة واحدة. وعلى سبيل

المثال، فإن بقدرة الفرن العادي أن يطهو حبة بطاطا، أو عدة حبات منها، بمدة ساعة من الوقت؛ فيما يقوم فرن الميكرويف بهذه العملية خلال ثلاث دقائق فقط. إلا أنه يحتاج إلى دقيقتين إضافيتين لطهي كل حبة بطاطا إضافية.

؟

## كيف يصل الغاز الطبيعي إلى الفرن في منزلك؟

عندما يشعل الإنسان الغاز ليغلي بعض الماء بغرض صنع القهوة، فإنه لا يعلم أنه الآن عند الطرف الآخر لشبكة من أنابيب الغاز الطويلة، التي قد يصل مداها إلى حوالي ألف ميل.

ويتكون الغاز الطبيعي أساساً عن طريق تحلل المادة العضوية، قبل أن يحتجز في طبقات سفلية من الأرض، قد يصل عمقها لمئات الأقدام. ويحصل الإنسان عادة على هذا الغاز من خلال استخراجه من جيوبه عن طريق حفر الآبار في الأرض، قبل أن يرسله إلى خطوط نقل طويلة يبلغ عرضها 42 إنشاً. ويتم ضخ هذا الغاز بدرجات ضغط عالية ولمسافات طويلة عن طريق شبكة مذهلة من الأنابيب تكفي لتزويد البلد بكامله. وعلى سبيل المثال، فإن الغاز الذي تتزود به مدينة نيويورك يصلها من مدينة لويزيانا البعيدة في ولاية تكساس؛ مما يعني أنه يقطع مسافة 15 ميلاً بالساعة، وعلى مدى خمسة أيام، لإنجاز رحلته.

وحالما يصل الغاز إلى هدفه النهائي من رحلته، فإن شركات أنابيب الغاز تحوله إلى محطات المراقبة التي تسيرها شركات الغاز المحلية. وهناك يتم تخفيف الضغط الذي يحتويه الغاز، كما يضاف إليه كيماوي لإضفاء الرائحة الخاصة التي نشتمها فيه. ويعود هذا الأمر إلى أن الغاز بطبيعته لا رائحة له، مما يهدد بكوارث فعلية إذا تسرب من دون أن يلاحظه أحد.

وتتولى بعد ذلك أنابيب معدنية أو بلاستيكية نقل الغاز تحت الأرض إلى منزلك. وتتواجد هذه الأنابيب على عمق 3 أقدام على الأقل تحت الأرض. فيما تتوزع على مسافات معينة نقاط فحص، تكون على شكل فتحات ضيقة في الأرض، وتشتمل على فيلتر خاص لتنقية الغاز من أية شوائب، وعلى ضوابط لزيادة الضخ أو تخفيضه. وتكون هذه الفتحات عادة على المسار نفسه الذي تسلكه الأنابيب، إلا أنه في بعض الأحيان تمر الأنابيب بمنأى عن الضوابط حتى لا يتوقف ضخ الغاز في حال انسدت هذه الأخيرة. وعلى هذا الأساس فإن المراقبة لضغط الغاز تحصل كذلك الأمر بواسطة نقاط مراقبة مركزية. وتتوزع الأنابيب عبر شبكة أخرى تكون متصلة بالمنازل

والشقق السكنية على شكل أنابيب رفيعة وصمامات، تتصل هي الأخرى بالتجهيزات المنزلية مثل الأفران، ووسائل التدفئة، والتبريد.

أما في حال إزدياد الطلب على الغاز الطبيعي، كما يحصل في الفصل الشتاء عادة، فإن بعض الشركات تلجأ إلى تخزين هذه المادة بداخل خزانات معدنية ضخمة، على شكل غاز طبيعي سائل (LNG). ويتم الحصول عليه عن طريق غاز الأنابيب، الذي يتم تخليته من الشوائب، وتبريده إلى درجة شديدة الانخفاض، تصل إلى حدود 260 ـ درجة فهرنهايت. وعند هذه الدرجة يتقلص الغاز إلى حدوده الدنيا، بحيث لا يشغل سوى $^{1}/_{600}$ من المساحة التي يشغلها وهو على شكل بخار، مما يجعله سهلاً للتخزين والنقل.

؟

## كيف تنتقل الصور عبر الهاتف؟

تعود عملية نقل الصور عبر الهاتف بفائدة كبرى على أصحاب الصحف اليومية والمجلات، التي قد تحتاج لمثل هذه الصور بشكل فوري. وعلى فكرة فإنها ليست بتلك العملية الصعبة كما يظنها البعض.

وتبدأ العملية بإضاءة صورة فوتوغرافية موجبة بواسطة ضوء خفيف. وكلما ازداد بياض الصورة كلما كان الانعكاس أكبر؛ فالصور الداكنة تعكس كمية أقل من الضوء. بعد ذلك تلتقط خلية الصورة الضوء المنعكس وتحوله إلى إشارة الكترونية تنتقل عن طريق نظام الهاتف. • إذا ما تأتى للإنسان أن يلتقط إشارة الصورة عن طريق جهاز للذبذبة وهي تنتقل عبر خط اتف، فإنه سيشابه على الفور بينها وبين ذبذبة الصوت البشري أو الموسيقي أثناء انتقالها عبر . الهاتف.

ويتولى الجهاز اللاقط عند الطرف الآخر للخط استلام إشارة. الصورة المعدلة، ستخلاص المعلومات التي تتضمنها، ومن ثم ترجمة الرمز الكهربائي مجدداً على شكل صورة. وهناك عدة أنواع من الأجهزة اللاقطة، إلا أن أكثرها شيوعاً هو عبارة عن وحدة كهربائية ثابتة، تنقل الورق المشحون بفولتاج مناسب عبر محطة لتحديد درجة الضوء، حيث تظهّر الصورة. أما الأجهزة القديمة فهي تستخدم عادة فيلمًا سالباً عادياً، بحيث أن الإشارة الالكترونية المتلقاة تدفع بالضوء لتعريض النيغاتيف. وأخيراً ينقل الفيلم إلى غرفة سوداء حيث يتم تظهيره كأي فيلم آخر.

؟

## كيف ينتقل المال من حسابك المصرفي إلى حساب شخص آخر؟

عندما كان الناس يوقعون الشيكات في انكلترا في العام 1762، كانت البنوك تستخدم السعاة للتنقل بين المصارف المتعددة بهدف جمع الأموال. ومن أجل تسريع الأمور، فقد طورت المصارف فكرة دور المناقصة، وهي مؤسسات موجودة في محيط المصارف، وتتولى تبادل الشيكات وتسكير الحسابات. هذا وقد نظم وودرو ويلسون هذه العملية على صعيد وطني في الولايات المتحدة، عندما وقع على قانون للاحتياط الفيدرالي في العام 1913، وهو يوفر ميكانيكية عملية المقاصصة. وعلى هذا الأساس، فإن مصرف الاحتياط الفدرالي يعمل على تسوية الحسابات المصرفية وقبض الأموال المترتبة في كل منطقة من مناطق الولايات المتحدة. واليوم هناك اثني عشر مصرفاً من هذا النوع في المدن الأميركية الكبرى (إضافة إلى 26 فرعاً). وتحتفظ البنوك عموماً بإيداعات لدى أحد المصارف الفيدرالية القريبة منها والتي تتولى عمليات تسوية الحسابات إما بزيادة رصيد الدائن أو بإنقاصه. ويتوجب على المصارف الفيدرالية تسوية الحسابات بين بعضها البعض على صعيد يومي عن طريق حساب تسوية مناطقي في واشنطن.

ولنفترض مثلاً أن شخصاً ما رغب في إرسال حوالة مصرفية إلى قريب له في كاليفورنيا. وهنا تجدر الملاحظة أن العملية ليست بالسهولة والمباشرة التي تبدو فيها. إذ يتوجب على هذا القريب التوجه إلى أحد المصارف المحلية في بركلي حيث يودع الحوالة. وما أن يتسلمها المصرف حتى يرسلها إلى المصرف الفيدرالي في سان فراسيسكو، الذي يبعث بها إلى مصرف شيكاغو الاتحادي، حيث يقطن المرسل للحوالة. ويتولى هذا المصرف تحويل الشيك إلى المصرف المحلي الذي يتعامل معه الشخص المرسل للحوالة، بغرض حسم المبلغ من حسابه (مع الافتراض طبعاً أن الرصيد موجود أصلاً). وعندما تتم هذه العملية يطلب المصرف المحلي من مصرف شيكاغو الفيدرالي حسم المبلغ من حسابه لديه. بعد ذلك يتوجب على مصرف شيكاغو الفيدرالي تسديد المبلغ لمصرف سان فرانسيسكو الفيدرالي عن طريق حساب التسوية المناطقي في واشنطن. وأخيراً يسدد مصرف سان فرانسيسكو الفيدرالي المبلغ لحساب مصرف باركلي، الذي يدفعه بدوره للقريب المتلقي للمال.

وتقول الأرقام إنه في سنة 1979 وحدها وقع الأميركيون حوالي 34,14 مليون شيك. ويزداد هذا الرقم سنوياً بنسبة 7٪. وقد تمت تسوية ما يقارب الخمسة عشر مليوناً من هذه الشيكات عن طريق المصارف الفيدرالية، فيما سويت البقية ــ وبالأخص تلك التي تتعلق بالعمليات الضخمة بين البنوك ــ عن طريق المراسلة بين البنوك، أو عن طريق دور المقاصصة،

أو غيرها. وتعتمد المصارف الفيدرالية على تقنية حاسبات «آي. بي. أم» (IBM) من طراز 3890، والتي تتولى توزيع الشيكات على المصارف الفردية المناسبة، أو مجموعة المصارف الفردية المناسبة، أو مجموعة المصارف، بمعدل 100 ألف شيك بالدقيقة، إضافة إلى اكتشاف المزور منها، والمؤرخ أو المجيرّ خطأ، أو تلك التي لا رصيد لها. وفي العام 1979 كان هناك أكثر من أربعة آلاف موظف متفرغ لدى المصارف الفيدرالية، مهمتهم تسوية الحسابات بين المصارف الوطنية.

؟

## كيف يصنع الثلج الناشف؟

غالباً ما تستخدم هذه المادة الثلجية ـ الباردة حتى الحرق ـ في عملية التبريد، أو في عملية إصدار الأبخرة الهائلة التي نراها في الأفلام العلمية أو أفلام الرعب. وتتشكل مادة الثلج الناشف فعلياً من ثاني أكسيد الكربون، الذي يتبخر في الحرارة العادية.

ويتم تخزين ثاني أوكسيد الكربون وشحنه وهو على شكل سائل تحتويه خزانات تصل درجة الضغط فيها إلى حدود 1073 باونداً بالإنش المربع. ولغرض صنع الثلج الناشف، يتم سحب هذا السائل من الخزانات، والسماح له بالتبخر تحت درجة الضغط العادية بداخل أكياس مسامية. وتستهلك عملية التبخير هذه كمية هائلة من الحرارة لدرجة أن قسمًا من سائل ثاني أكسيد الكربون يتجمد بدرجة حرارة تصل إلى ـ 109 درجة فهرنهايت. بعد ذلك يوضع هذا الثلج بداخل آلة تعمل على ضغطه على شكل مكعبات ضخمة يتم شحنها وبيعها، قبل أن تذوب مجدداً وتتحول إلى غاز.

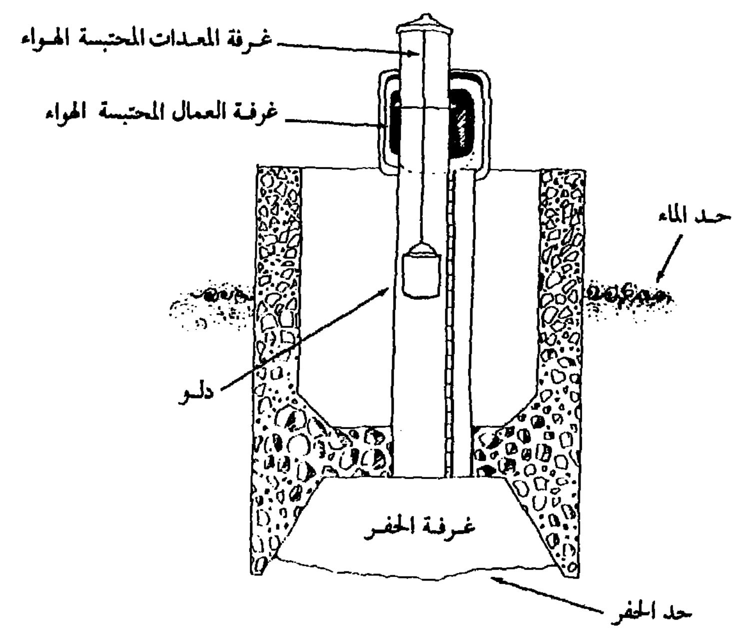
؟

## كيف تُعَلَّق الجسور المعلقة؟

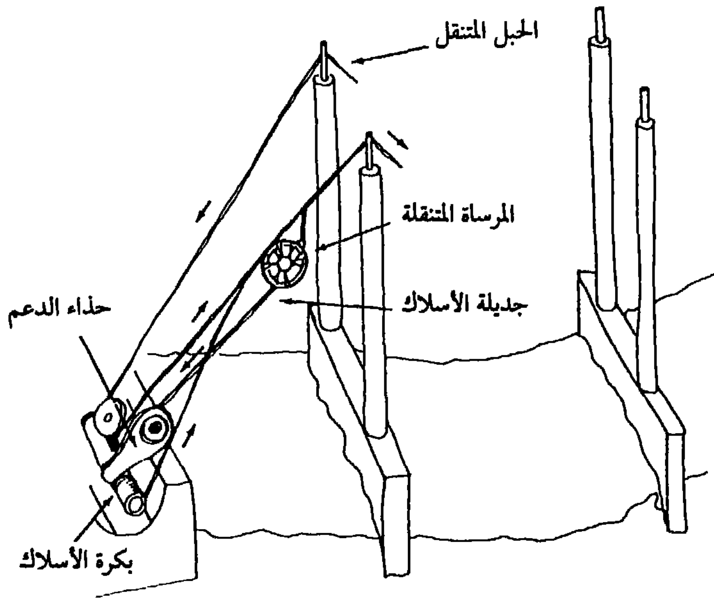
رغم أن الجسور المعلقة الحديثة التي نراها اليوم تبهر العين لما تمثله من تقنية متقدمة، إلا أن شكلها الهندسي في الواقع لم يتغير منذ القدم وحتى اليوم. وإذا كان هناك من اختلاف،

فهو أن الجسور القديمة كانت تعتمد على حبال الكرمة لتثبيتها في الهواء. ويذكر التاريخ أنه في القرن الرابع بعد المسيح، كانت الجسور المعلقة في الهند تعتمد على حبال الخيزران والحديد.

أما أول الجسور الحديثة، فكان ذلك الذي بناه المهندس الأميركي، الألماني الأصل، جون أوغسطس روبلنغ، في منتصف القرن التاسع عشر. وتعتمد الجسور التي بناها هذا المهندس والتي ما زالت مشيدة حتى اليوم، على الأبراج التي تدعم الكابلات الضخمة، وعلى المراسي التي تثبت الطريق المدلىّ من الكابلات، إضافة إلى الدعامات القاسية على جانبي الطريق، والتي تحد من اهتزازات الجسر. ويعتبر أكبر نجاحات روبلنغ، الجسر الذي يعبر شلالات نياغارا، والذي تدعمه أربع كابلات معلقة. إلا أن إنجازات ذلك المهندس لم تكن لتقف عند ذلك الحد، إذ أنه سرعان ما أخذ على عاتقه مهمة بناء جسر آخر، هو جسر بروكلين، الذي يصل لونغ آيلاند بوسط مانهاتن التجاري، أي ما يعادل مسافة 1600 قدم عبر النهر الشرقي. وفي العام 1867 خطوت لروبلنغ فكرة ثورية تعتمد على استعمال الكابلات الفولاذية بدلاً من الكابلات الحديدية. وعلى هذا الأساس فقد أضاف هذا المهندس ست دعامات إضافية على طول سطح الجسر من أجل تثبيته. ولم يغفل روبلنغ الناحية الجمالية للجسر، والتي تمثلت بالدعامات الجميلة وطريق المشاة. ورغم أن روبلنغ توفي في العام 1869 بحادثة مأساوية، إلا أن ابنه، واشنطن أغسطس روبلنغ، تولى مهمة إكمال بناء الجسر، الذي أنجز في العام 1883.




خزانة الهواء المضغوط




تعليق الكابلات المتوازية فوق الجسر المعلق

وبغرض حفر أساسات الجسر وغرس أبراجه فيها، فقد استخدم روبلنـغ خزانة من الهواء المضغوط تحت الماء، وهي وسيلة كانت ما تزال قيد الاختبار في أيامه. وتكون هذه الخزانة على شكل صندوق ضخم أو على شكل اسطوانة ضخمة، يستخدم اسفلها للحفر، وأعلاها لتأمين الهواء المضغوط، ومنـع الأتربة وماء النهر من دخولها. وإضافة إلى ذلك، فإن تلك الخزانة تشمل غرفة محكمة الأغلاق ومضغوطة الهواء في الناحية السفلى منها، حيث يعمل البناؤون على حفر أرضية النهر. أما الوحل والركام الناتـج عن عملية الحفر، فيتم رفعه إلى الجزء العلوي عبر منفذ محكم الاغلاق هو الآخر، ومن ثم انزال الأسمنت. وحتى اليوم، ما تزال هذه الخزانة المضغوطة الهواء قيد الاستعمال، إلا أنها صارت تصنـع من الأسمنت المسلـح؛ فيما كانت في الماضي تصنـع من خشب الصنوبر، المطلي من الداخل، والمغلف بالقصدير من الخارج. وإضافة إلى ذلك، فإن أحداً في القرن التاسـع لم يكن يدرك ضرورة معادلة ضغط الجو ببطء بعد انتهاء العمل في غرفة الحفر؛ ولذلك فإن مئات العمل، ومن بينهم روبلنـغ نفسه، كانوا يعانون من الإجهاد الناتـج عن الضغط. واليوم، هناك قانون خاص ينظم فترة العمل في غرفة الضغط، وفترة معادلة الضغط الموازية.

هذا وقد تعرضت خزانتا الهواء المضغوط اللتان صممهما روبلنغ لحوادث شتى أثناء فترة العمل، تتوزع بين الفيضانات، والحرائق، والانفجارات، كلما غاصت الخزانتان في أرض النهر

تدريجياً. ومـع ذلك فإن البنائين، الذين كانوا يعملون بمعدل ثلاث نوبات وثماني ساعات للنوبة الواحدة، تمكنوا من انجاز العمل في عامين. وقد استلزم بناء الجسر جهود 360 عاملاً، توزعت مهامهم بين إزالة الوحل، وتفجير العوائق الصلبة، ونزع الصخور الصوانية، كل ذلك عبر ضوء الفوانيس الغازية ولمبات الكالسيوم.

أما مهمة تعليق الكابلات فقد استلزمت 26 شهراً إضافياً. إذ ما أن انتهى العمل على بناء الأبراج البالـغ طولها 271,5 قدماً، ثم نقل أول كابلات الوصل إلى الضفة الأخرى من النهر عن طريق القوارب المسطحة، ثم رفعها إلى مكانها بين البرجين. وبعد ذلك جيء بحبل آخر ثم لفه حول الأول ليشكل جديلة واحدة. وقد استخدمت لهذا الغرض دواليب موجهة معلقة بمراس. (وتكون هذه المراسي إما مصنوعة من مواد بناء، أو من الأسمنت، أو الصخر). أما الخطوة التالية فتمثلت باستقدام كابلات جديدة ووصلها بذراع خشبية عند أسفل الجسر تساعد على ترتيب الكابلات. أما الكابلات الفولاذية فقد وضعت عند طرف الجسر الأول في بروكلين. ومن ثم تم ربط هذه الكابلات «بحلقة متنقلة» مربوطة إلى حبل متنقل. وعلى هذا فقد كانت كل رحلة ناقلة تسافرها هذه الحلقة من طرف الجسر إلى الطرف الآخر، تنقل كابلين في وقت واحد. أما من ناحية الجسر الأخرى، أي ناحية نيويورك، فقد كانت الكابلات تربط إلى أداة تشبه الحذاء، وتسمى كذلك في الواقـع. بعد ذلك تعود الحلقة الناقلة فارغة إلى الطرف الآخر، قبل أن تقوم برحلة إضافية. وفي النهاية فقد استوعب الجسر ما يقارب الـ 286 كابلاً، ثم لفها على بعضها فيما يشبه الجدائل؛ فكانت تستوعب كل جديلة منها أربعة كابلات دفعة واحدة.

ورغم أن الطرق المستعملة اليوم تعتبر أسرع من الطريقة الموصوفة هنا وأكثر فعالية، إلا أنها لا تختلف تماماً عن تلك التي اتبعها روبلنغ. إذ أن أساسات أبراج الجسر والدعامات ما زالت تحفر تحت الماء، عن طريق الخزائن المضغوطة الهواء، أو عن طريق السدود المحكمة (وهي عبارة عن حوائط تعزل منطقة الحفر)، بحسب طبيعة الأخدود المائي. وبعد ذلك يتم تشييد الأقسام العلوية من الأبراج، إضافة إلى الدعامات البالـغ سماكتها حوالي الخمسة إنشات، والمربوطة إلى أوتاد قابلة للشد والمط عند أسفل الأبراج. أما الخطوة التالية فتتمثل بإقامة منصات فولاذية مجهزة بالرافعات فيما بين البرجين. ثم يؤتى بكابلات ملفوفة على بعضها يبلـغ طول الواحد منها نحو الثلاثين ميلاً، ويتم نقلها عبر بكرات ضخمة من طرف الجسر الأول إلى الطرف الآخر. ولكي يساعد العمال في هذه العملية، فإن ممراً ضيقاً ذي أضلاع خشبية يشيد مؤقتاً. وأخيراً، وبعد وصل الكابلات بشكل نهائي، يتم طلاؤها بمادة غير قابلة للصدأ.

أما عملية بناء سطـح الجسر، أو ممره، فهي تتم تدريجياً إنطلاقاً من طرفي النهر. وطالما أن

هناك احتمالات للخطأ، فإن دعامات الجسر لا تضاف إلا عند انتهاء العمل. وطوال هذه الفترة فإن الجسر يكون عرضة لقوة الرياح.



ويصل طول جسر فرانزو ــ ناروز، الذي يربط بين ستاتن إيلاند وبروكلين ــ نيويورك، إلى 4260 قدماً، وهي المسافة الأطول في العالم. فيما يمتد جسر غولدن غيت الرائع التصميم على طول 8981 قدماً، و4200 قدماً بين البرجين. أما الجسر الأكثر صلابة فهو جسر جورج واشنطن في نيويورك، وهو الذي صممه ب.هـ امان، في العام 1931. ويتألف كل من الكابلات الأصلية الأربعة التي ترفعه، والبالغة سماكتها ياردأ واحدأ، من 26,474 سلكاً حديدياً، مما يمنح الجسر قوة تبلغ 5080 باونداً بالقدم الواحدة. هذا وقد تمت إضافة خط سير آخر على الجسر في العام 1962، مما يعني أن الجسر يحوي اليوم نحو 14 خط سير.

؟

## كيف يحصلون على أوتار شد مضارب التنيس؟

لربما كان المدافعون عن حقوق الحيوان في كل انحاء العالم احتجوا بشدة لو أن أوتار شد مضارب التنيس صنعت فعلاً من أمعاء الهررة ( Catgut). ورغم أن المصريين القدامى، والبابليين، واليونان والرومان لاحقاً، كانوا أول من صنع تلك الأوتار الشديدة، إلا أنه من غير المحتمل أن تكون مصدرها هي الأخرى إمعاء الهررة. وعلى أي حال، فإن إمعاء الهررة استبدلت هذه الأيام بإمعاء الخراف.

ويتم ذلك أولاً عن طريق غسيل إمعاء الخراف ثم تقطيعها إلى شرائط. وبعد نزع غشاء

العضل عنها تغطس هذه الشرائط بمحلول قلوي لمدة ساعات. ثم تمدد على ألواح لقليل من الوقت، قبل أخذها وهي مبللة لتوزيعها بحسب أحجامها ثم لويها على شكل أوتار. وأخيراً، يتم تنعيمها وتلميعها.

ورغم أن هذه الأوتار تستبدل اليوم بأخرى مصنوعة من مادة النيلون أو المعدن من قبل مصانـع مضارب التنيس، إلا أنها لا تزال المصدر الأساسي لأوتار الكمان، والتشيلو، والقيثارة، وآلات موسيقية أخرى. إذ أن قساوتها (وهي الأقسى بين بقية الألياف الطبيعية) ومرونتها تجعلها الأمثل لإصدار الأنغام الدافئة والمطربة. وكانت أفضل الأوتار المخصصة للآلات الموسيقية تصنـع ـ تقليدياً ـ في إيطاليا؛ واليوم فإن عائلة بيرازي، المشهورة بهذه الصنعة، انتقلت إلى شمال مدينة أوفنبـاخ في ألمانيا، حيث ما زالت تصنـع أشهر الأوتار في العالم، وهي نفسها التي كان يستعملها المؤلف المشهور باغانيني.

وكذلك الأمر، فإن الأوتار المصنوعة من الإمعاء استعمالات طبية وجراحية. إذ أن أكثر من 50 بالمئة من عمليات تقطيب الجروح تتم بواسطة هذه الأوتار. فرغم قسوة هذه الأوتار إلا أنها تذوب تدريجياً في الجسم بعد أن يشفى الجرح.

وأخيراً، لا بد للواحد منا أن يكون قد «أكل» مثل هذه الأغشية المعوية في يوم من الأيام. وذلك نظراً لأنها المصدر الأول لتغليف المقانق. وربما هذا ما يرفـع ثمنها بالنسبة لأوتار الآلات الموسيقية أو مضارب التنيس.

؟

## كيف يقتل فرانك برديو الدجاج؟

يقول شعار شركة برديو إنه «يلزم رجلاً قوياً لينمي دجاجة طرية». وبهذا الشعار تفخر الشركة لنفسها بأنها تنتـج كل ذلك الدجاج، وتذبحه، وتحضره للإرسال إلى السوق على مدى ساعات.

فما أن تمر الدجاجة ـ السعيدة الحظ ـ بامتحان للحفاظ على الجودة، حتى يخرجها العامل المختص من القفص، ويعلقها من قوائمها على حزام ناقل، هي والمئات من الدجاج غيرها. ويكون هذا الحزام مربوطاً بسلسلـة متحركة، ويتألف من كلبشات حديدية تبعد بعض الإنشات عن بعضها، حيث تدلى منها الدجاجات. وبعد أن تتم تهدئة هذه الدجاجات بواسطة أضواء

حمراء، ترسل باتجاه خزان ماء ضخم مضاف إليه محلول مالـح، ويمر فيه تيار كهربائي كاف لصعقها. ثم يتجه الحزام الناقل باتجاه شفرة دوارة تقطـع أعناق الدجاجات وتقتلها فوراً. أما نتف الريش فيتم بواسطة آلة لاقطة. فبعد تغطيس الدجاجات بماء ساخن لتسهيل اقتلاع ريشها، تدخل بين سلسلة دواليب معدنية دوارة مجهزة بأصابـع مطاطة لجذب الريش. وأخيراً تجهز الدجاجات لارسالها إلى السوق، أو إلى موزعي برديو، داخل علب كرتونية مكتوب عليها: «إذا كان لديك أي احتجاج اتصل بنا»!!.

؟

## كيف يطفو الصابون العاجي؟

في العام 1879، حين صنـع الصابون العاجي (ايفوري) لأول مرة من قبل شركة بروكتور وغامبل، كان يغرق تحت سطـح الماء مثله مثل أي صابون آخر. ولم يكن لدى أحد أية فكرة لجعله يطفو على السطـح. وفي الواقـع فإن «طفوية» هذا الصابون حصلت بالصدفة.

وبحسب رواية الشركة الرسمية، فإن أحد موظفيها، أيام انطلاقها في صناعة الصابون، غادر ساعة الغداء، ونسي إيقاف الآلة التي تصنـع مادة الصابون. وعندما عاد من فرصته اكتشف خليطاً رغوياً غريباً في الآلة. وبعد فحص موظفي المصنع ــ ومن بينهم بالطبـع السيد بروكتور بنفسه ــ المحلول الجديد المليء بالفقاعات، وجدوه لا يزال صالحاً، ولا داعي لرميه. وما إن وصل هذا الصابون إلى السوق حتى بدأت الشركة تتلقى الاتصالات من قبل المستهلكين المتحمسين لفكرة هذا الصابون «الطفوي» الجديد. وكانت الفكرة متبكرة، ولها انصارها، بخاصة أولئك الذين يخطر لهم أن يستحموا في نهر أوهايو الموحل.

وحالما اكتشفت الشركة أن مصدر هذا الصابون الذي يطفو فوق الماء، هو المحلول الغريب العجيب، الذي نسيه العامل بداخل الآلة أثناء فترة غدائه، حتى اكتشفت السر. والعملية، بكل بساطة، كانت تستلزم ضـخ الهواء إلى المحلول أثناء صنعه. فذلك كان يجعل الصابون أخف وزناً من الماء، وبالتالي يؤدي إلى طفويته فوق سطـح الماء. وهذه هي الطريقة التي تستعملها شركة بروكتور وغامبل اليوم لصناعة صابون «آيفوري»، على الـرغم من احتجاجات بعض المستهلكين الذين يعتقدون أنهم يحصلون على كمية أقل من الصابون مقابل الثمن الذي يدفعونه.

؟

## كيف ينزع المزارعون قشور الفول السوداني من دون سحقه؟

قد لا تبدو عملية نزع قشور الفول السوداني عملية صعبة أو مثيرة للاهتمام في أول الأمر، ولكن عندما يتعلق الأمر بتنظيف حوالي مئة ألف باوند من هذه الحبوب بالساعة الواحدة وتحجيمها وتقشيرها (كما يفعل المزارعون في أولاندر، كارولينا الشمالية). فإن المهمة من دون شك كبيرة.

وفي أول الأمر تكون حبات الفول السوداني متسخة جداً، ذلك أنها تنمو في باطن الأرض، وعندما تصل إلى المعمل تكون ممزوجة بأعواد الخشب، والتراب، والأحجار التي تكون في غالب الأحيان شبيهة بحبات الفول نفسها. وتوضع الحمولة بكاملها بداخل آلة دوارة تخلص حباب الفول مما علق بها، ثم يتجه الناتج نحو سطح مثقّب، تعبر حبات الفول فتحاته مخلفة وراءها بقية الشوائب. بعد ذلك تذهب الحمولة باتجاه سطح ثان مثقب بفتحات صغيرة، تعبرها هذه المرة الأتربة والحشائش مخلفة وراءها حبات الفول. أما الخطوة التالية فتكون بإرسال الحمولة نحو مجموعة من الشاشات المسطحة تقسم الحمولة من حبات الفول إلى خمسة قياسات مختلفة. فالشاشة ذات الثقوب الصغيرة تسمح فقط لحبات الفول الصغيرة بعبورها، والحبات الأكبر قليلاً تعبر الفتحات الأكبر قليلاً، وهلمجرا...

بعد ذلك تتجه الحمولة نحو آلة التحميص، قبل الانتقال إلى آلة الفحص الالكتروني، التي تفرق الحبات القديمة اللون عن بقية الحمولة. أما الحبات الفاسدة التي فاتت على الآلة، فيلتقطها عمال مختصون في المصنع.

وأخيراً، تتجه حبات الفول السوداني الصحيحة باتجاه آلة التقشير. وتتألف هذه الآلة من سلال نصف دائرية ذات فتحات مختلفة الأحجام تناسب الأحجام المتعددة لحبات الفول. ويبلغ قياس الفتحات ما يوازي $1/64$ من الإنش. وتصل فتحة حبات الفول السوداني الكبيرة $30/64$ إنشاً. وبداخل هذه السلال توجد أربع عوارض معدنية متصلة بمحور دوار، يلف بمعدل 200 دورة بالدقيقة الواحدة. وتتمركز هذه العوارض، ذات الأطراف الحادة، على مسافة معينة من أطراف السلال، بحيث تتجه حبات الفول إلى داخل السلال بعد تحطيم قشورها. وتتولى مراوح شفّاطة ضخمة مهمة تفريق القشور عن حبات الفول.

والآن، فيما أزيلت القشور عن حبات الفول، تنتقل هذه الأخيرة مرة أخرى باتجاه سطح مثقب، تعبره الحبات المنزوعة القشور، وتتخلف الحبات التي مرت عبر العوارض الحديدية من

دون أن تتخلص من قشورها. وتتجه هذه الأخيرة نحو آلة صغيرة هذه المرة للتقشير قبل أن تعود وتلتحق بالمجموعة. بعد ذلك تدخل الحمولة آلة الغرض منها التخلص مما تبقى من قشور وشوائب. وتقوم هذه الآلة بدفع حبات الفول في الهواء عالياً باتجاه حاوية أخرى. وقد يبدو الأمر مستغرباً في بداية الأمر عندما نلاحظ أن حبات الفول الثقيلة نسبياً تصل إلى أعلى الآلة فيما تتخلف عن ذلك الشوائب الأخف وزناً (إلا أن الأمر يبدو منطقياً إذا ما اقتنعنا بأن الحجر يذهب أسرع من الريشة عند قذفه في الهواء بالقوة نفسها). وتتولى عين إضافة الكترونية فحص حبات الفول وإزالة الغير صالح منها. فيما يقوم العمال للمرة الأخيرة بتفحص الحمولة. وفي النهاية يتم الحصول على خمسة أحجام مختلفة من حبات الفول السوداني، فيما تمضي الأصغر حجمًا منها نحو المعصرة لصنع زيت الفول السوداني.

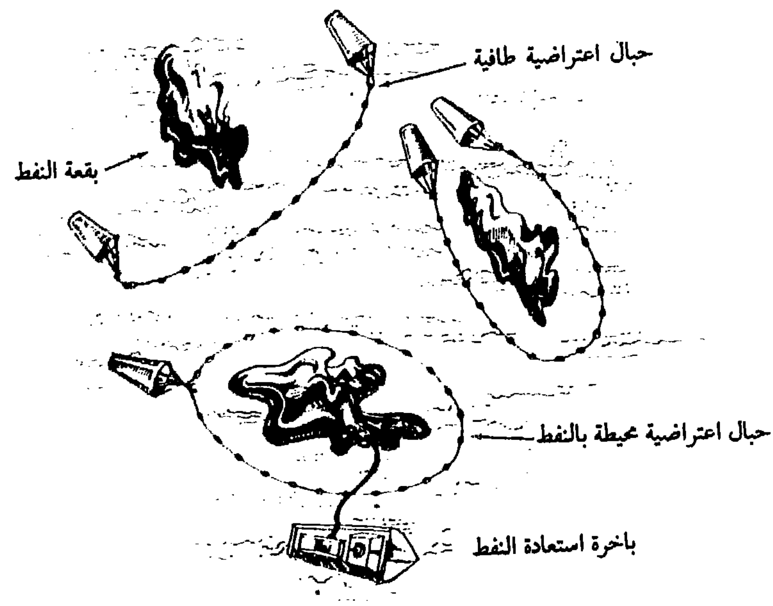
وكم تستغرق هذه العملية الطويلة من الوقت؟ بالكاد نصف ساعة...

؟

## كيف نتخلص من بقع الزيت في البحر؟

في العام 1973، ذكر مجلس إدارة الاكاديمية الوطنية لشؤون المحيطات وعلومها، أنه ما يقارب «الخمسة إلى عشرة ملايين أطنان من النفط الخام» ومشتقاته سنوياً (مثل الوقود، والكيروزين، والغازولين، وأدوات التنظيف) تذهب في البحر. أما مصادر هذا التلوث النفطي فهي تتوزع بين ناقلات النفط الضخمة وبقع النفط المتأتية من عمليات التنقيب، والتي يكثر الإعلان عنها والخلاف حولها هذه الأيام.

ومع أن بقع النفط الضخمة القريبة من الشواطىء المخصصة للسباحة تحظى باهتمام الصحف وعناوينها الكبرى، فإن البقع الأصغر في المستنقعات والموانىء تمثل خطراً أكبر. والسبب هو أن بقع الزيت في مثل هذه الأماكن لا تنتشر بسهولة، وهي تهدد أنواعاً من الحيوانات والنباتات، مما يؤدي إلى تغيير في أنظمة الطبيعة. وفي حال كان النفط المتسرب إلى البحر خفيفاً ــ مثل الغازولين والكيروزين ــ فإن جزءاً منه يتبخر، عكس النفوط الأثقل وزناً، والتي تتوزع في مياه البحر على شكل بقع صغيرة وقاسية. إلا أنه في كلا الحالتين، تذوب بعض العناصر المشتقة من النفط في الماء، وتشكل تهديداً خفياً للحياة البحرية في المنطقة المعنية. وفيما تساعد البكتيريا (الجراثيم) الموجودة في المياه البحرية على أكل بعض الزيت، إلا أن الطبيعة تعجز بمفردها عن التخلص من كل الكمية المتسربة، وهنا يصبح الاعتماد ضرورياً على التقنيات المتقدمة من أجل إنجاز العمل.



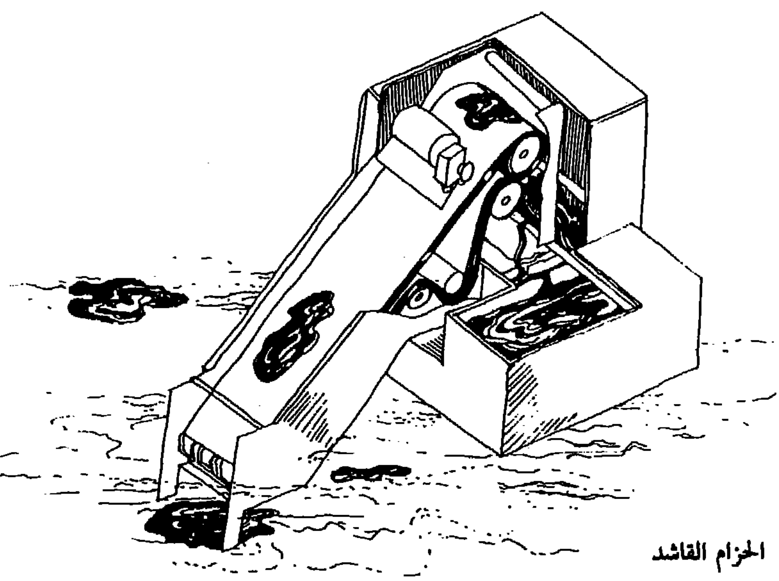

**محاصرة تسرب النفط في البحر**

وتعتبر إحدى أفضل الوسائل المعروفة وأكثرها شيوعاً لمحاصرة بقعة الزيت قبل ازالتها هي استخدام الحبال الاعتراضية. وتعمل هذه الحبال وكأنها سد ميكانيكي لمنع تسرب الطبقة السطحية من الماء، فيما تظل للطبقات السفلى الحرية في التحرك. ويتألف الحاجز الأعلى من مادة البوليورثين، والبوليثيلين، ورغوة أو هواء مضغوط داخل البلاستيك. أما تحت هذا الحاجز مباشرة فتقبع قطعة تشبه «التنورة» النسائية، وتتألف من مادة البلاستيك، والمطاط، وقماش القنب، أو رقائق الخشب، وهي تمثل الحاجب المانع لتسرب الزيت. أما لتثبيت هذا الحاجز فتستعمل أثقال الموازنة الحديدية. وتتولى عملية نقل هذه البقعة المحاصرة من النفط باخرتان قاطرتان، تسافران بسرعة 1,5 أميالاً بالساعة. ويعتبر بطء السرعة أمراً ضرورياً هنا، خوفاً من أن يتسرب الزيت من تحت سد الحبال. وإضافة إلى ذلك، يمكن القول إن هذه الوسيلة ليست فعالة دائمًا، وبخاصة في البحار المائجة، حيث أن أية موجة تعلو عن قدمين أو ثلاث أقدام بإمكانها أن تؤدي إلى تسرب الزيت من فوق السد.

وتوجد هناك وسائل فعالة أخرى لـ «قشد» الزيت من فوق سطح الماء. فبالإمكان على سبيل المثال استعمال رأس السحب الطوفي، وهو عبارة عن رأس كبير لخرطوم شفط، يسهل غرسه في بقع الزيت الضخمة. ويقوم هذا الخرطوم، بمساعدة مضخة هيدروليكية، بسحب

مياه البحر والزيت العائم على السواء، ويتم بعدها فصل هاتين المادتين عن طريق الجاذبية أو وسائل أخرى. وبالإمكان أيضاً استعمال السياج القضباني العائم، الذي يشبه الفنجان المقلوب، والذي يبلغ قطره نحو 18 ـ 24 إنشاً. ويقوم حد هذا السياج بفصل الزيت عن سطح الماء. وفي أغلب الأحيان يوجد هناك سياج آخر داخل الأول يزيد فصل المادتين. إلا أن هذه الاسياج لا تنفع في البحر الهائج والرياح العاتية.

وتوجد طريقة ثالثة، وهي تتمثل في اسطوانة دوارة تلف داخل بقعة الزيت وخارجها. وعندما يخرج سطح الاسطوانة من الماء متسخاً بالزيت يتم تنظيفه قبل تغطيسه مجدداً. وهنا أنواع أخرى من هذه الأدوات، أفعلها يكون على شكل اسطوانتين دوارتين باتجاهين متناقضين. وتدور إحدى الاسطوانتين بسرعة على مستوى أعلى قليلاً من مستوى الماء، فيما تنغمس الاسطوانة الأخرى على مستوى أعمق، وتدور بسرعة أبطأ. وتكون الأولى مغطاة بمادة البوليثيلين، التي تصلح للنفوط الثقيلة، بينما الثانية تكون مغطاة بمادة معدنية مبلولة بالماء، وهي تنفع بالنسبة للنفوط الخفيفة. وتنفع كذلك في عملية التخلص من بقع النفط الأحزمة الأوليوفيلية، وهي عبارة عن أحزمة مغطاة بمادة البوليورثان الرغوية التي تمتص الزيت وتبعد الماء. ويتم القاء مثل هذه الأحزمة داخل بقعة الزيت ثم تسحب بعد ذلك ـ يدوياً إذا أمكن ـ أو تجر بواسطة باخرة قاطرة، أو ترفع فوق حزام مائل يدور بين اسطوانتين دوارتين. وتمتص الألياف الاوليوفيلية الزيت، ثم تعصر، ويعاد استعمالها مجدداً. وكبقية الوسائل، فإن هذه الأحزمة لا تنفع في المياه الهائجة، التي تزيل الزيت عن الأحزمة قبل سحبها.


الحزام القاشد

وهناك وسيلة فعالة جداً لتنظيف بقع النفط الصغيرة التي يمكن استيعابها، وهي تعتمد استخدام المواد الماصة، التي تطفو فوق الماء، وتمتص الزيت بالفعل الشعري، أو تجمع الزيت في بقعة واحدة كبيرة. وتشمل هذه المواد الماصة غير العضوية الديدان، والزجاج البركاني، والزجاج البركاني المتضخم، والرماد البركاني، التي تمتص ما يعادل أربعة إلى ثمانية مرات حجمها من النفط، ثم تزال بواسطة الشبكات أو أحزمة القشد. أما إذا كانت الرياح معتدلة، فتستعمل المواد الماصة العضوية، مثل الخث (وهو نسيج نباتي)، أو القش، أو الذرة المطحونة، أو الياف سليللوز الخشب، أو هياكل بذور القطن المطحونة، التي تذر فوق المياه. وباتصالها مع الزيت تصبح هذه المواد ثقيلة، ويتم جمعها باليد أو بأدوات الشفط. وتنفع للغرض نفسه أيضاً المواد العضوية الصناعية الماصة. وتضم هذه المواد المرتفعة الثمن نسبياً: رغوة البوليورثان، ورغوة بولة الفورمالديهايد، والبوليثيلين، والبوليبروبيلين، وهي كلها مواد يمكن استعمالها تكراراً. وبما أن هذه المواد تؤثر على البيئة في المدى الطويل، فيجب استردادها من المياه.

وكذلك الأمر، تنفع المواد الكيماوية، التي تحظى بموافقة وكالة حماية البيئة (EPA) وتخضع لمراقبتها الشديدة، في تنظيف بقع النفط. فإذا مارست هذه المواد في محيط بقعة النفط، أمكن لها ــ بما تحتويه من عناصر كحولية معقدة ــ أن تصدّ الزيت وتدفعه باتجاه منطقة واحدة أصغر حجماً. وهناك مواد كيماوية أخرى، مثل المنظفات، تنفع في توزيع الزيت عن طريق تجزيئه إلى بقيعات صغيرة تتشتت فوق سطح الماء. ويجب على مثل هذه المواد أن تختلط بالماء حتى تصبح فعالة. وإذا ما كانت حركة الأمواج كثيفة، يتم رش هذه الكيماويات بواسطة الطائرات الصغيرة، أو عن طريق جهاز للرش ملحق بمؤخرة السفينة. وبالنسبة للمواد الكيماوية التي يكون لها فعل اغراق النفط إلى عمق البحر ليتحلل بحسب الفعل البيولوجي، فهي ممنوعة قانونياً، وفق أنظمة وكالة حماية البيئة وحرس الشواطىء الأميركية، وبموجب قانون السيطرة على تلوث المياه الفيدرالية للعام 1972. وقد لا تكون هذه المواد بحد ذاتها ضارة ــ مثل الرمل ــ إلا أن النفط الفارق في أعماق البحار يؤذي الحياة البحرية، كما أنه من المحتمل أن يعاود هذا النفط الظهور مجدداً على سطح البحر، مما يعيدنا إلى نقطة الصفر مرة أخرى. وفي بعض الأحيان، يمكن اللجوء إلى وسيلة إحراق النفط، وتستعمل لذلك الغرض مواد كيماوية ماصة تنفع لعزل الماء عن النفط وتسمح بحرقه، إلا أن هذه الوسيلة ليست دائمة الفعالية.

ويمكن القول إن كل هذه الوسائل المذكورة نافعة، إلا أن أيا منها فعال مئة بالمئة، وليست له نتائجه الضارة. وتستمر الأبحاث حول الوسائل الناجعة للتخلص من بقع النفط حتى اليوم، وربما أهم الاكتشافات التي تم التوصل إليها حديثاً مصدره الطبيعة نفسها. وهذا الاكتشاف يتعلق باستخدام البكتيريا البتروفيلية، وهي البكتيريا التي تقتات بالهيدروكاربونات. وبما أنه يلزم

عدد من أنواع البكتيريا المتنوعة للتخلص من بقعة الزيت فعلياً، فإن الدكتور أناندا م. شاكابارتي، التابع لمركز أبحاث جنرال اليكتريك، استعمل علم الهندسة الجينية (الوراثية) للحصول على نوع واحد من البكتيريا له خصائص أربعة أنواع مختلفة منها. وبإمكان هذه البكتيريا الجديدة أن تستهلك كميات من الزيت بسرعة تفوق أي كائنات عضوية طبيعية أخرى. وكذلك فقد توصلت الأبحاث في جامعة تكساس إلى اكتشاف مهم آخر: وهو يمكن العلماء من خلق عدة أنواع مختلفة من البكتيريا، وتجفيفها وتخزينها إلى ما لا نهاية على شكل بودرة، تذر فوق بقعة النفط في أي وقت ممكن. وقد أجريت تجربة تم فيها ذر هذه البودرة فوق بقعة زيت توازي عشرة غالونات من النفط، وفي خلال ست ساعات، لم تتبق نقطة واحدة من الزيت.

## ؟

## كيف تُرَمّم لوحة فنية قيّمة؟

يجهل الكثيرون منا أن اللوحات الفنية الحديثة، كالقديمة منها، يجب أن تخضع للعناية الدورية. فلو أن في منزل أحداً منا لوحة من هذا النوع، عانت من فعل الدخان والضوء القوي لمدة عشر أو عشرين سنة، لأمكنه الملاحظة أن ألوان اللوحة قد أظلمت تدريجياً، وأن برنيقها (أو الورنيش) قد أصفر أو تفسّد، وأن بطانتها قد ارتخت. والمعروف بهذا الخصوص أن حرارة الطقس المتقلبة تضر بالرسوم الزيتية، وتؤدي إلى توسع وتقلص قماشة اللوحة، مما يصنع بعض التشققات في برنيقها. كما أنه على مدى السنوات تتأكسد الألوان الزيتية في اللوحة وتتصلب تدريجياً حتى تصبح قاسية كالحجر. مما يؤدي بدوره إلى انفصال بعض البقع الملونة في الصورة عن غيرها والتساقط عن قماشة اللوحة.

ولذلك فأنه في خلال القرن والنصف قرن الذي مضى، تركز اهتمام بعض الاختصاصيين المدربين بامتياز على عملية حفظ اللوحات الفنية الثمينة وترميمها. ولم تعد هذه العملية بالتالي رهن بإرادة الفنان صاحب اللوحة، أو بإرادة فنان آخر معاصر يرى أن بإمكانه أن يحسن في اللوحة الأصلية. ويعتبر فرانز هالز وجين غوسرت فنانين ينتميان إلى سلسلة أولئك الرسامين الذين أعطوا لأنفسهم الحرية بترميم أعمال الآخرين، وفي بعض الأحيان تغيير بعض التفاصيل فيها. وفي الواقع فإن هذا السلوك لم يكن يعتبر تدخلاً في القرنين السابع عشر والثامن عشر، وبالتالي فإنه لم يكن محظوراً. أما اليوم، فإننا جميعاً نصاب بالهلع في طبيعة الحال لو أن لوحة فنية نادرة تعرضت أثناء الترميم أو الحفظ إلى أي تغيير ولو طفيف. ولهذا فإن الفنانين العاملين في

هذا المجال يضطرون إلى أخذ عدد كبير من الصور للعمل الفني المراد ترميمه قبل انطلاقهم في هذه المهمة، وذلك لتبرئة أنفسهم من أية اتهامات من هذا النوع.

وفي أيامنا هذه، تعد عملية ترميم اللوحات الفنية القيمة علمًا أكثر منها فناً؛ ولذلك فإن العاملين في هذا المجال يتزودون بمعدات تقنية حديثة، مثل جهاز التصوير المصغّر، والاشعة دون الحمراء، واشعة أكس، وأداة قياس الضوء، إضافة إلى اضطلاع المرمم بمعرفة الأصباغ، والبطائن، والبرنيق. (والواقع أن هناك خلافاً بين الاختصاصيين حول مدى المنحى العلمي الذي يمكن للفنان أن يصل إليه: ولهذا فإن الأوروبيين مثلاً يتهمون الأميركيين بكونهم شديدي التعلق بالعلم لدرجة الاتصاف بالبرودة وقلة الأحساس والذوق. وبمعنى آخر فإن طريقة الاختصاصيين الأميركيين التي تتركز على الترميم بواسطة الكيماويات والمبضع تنافي تعلق الأوروبيين بتقاليدهم حول الفن الموحى).

وتشرح دانا كريمر، وهي اختصاصية بميدان حفظ اللوحات الفنية وتعمل لدى متحف غوكنهايم في مدينة نيويورك، الفرق بين الحفظ والترميم، فتقول: «يركز المرممون اهتمامهم على المظهر وأدوات التجميل، فيما يهتم المحافظون أولاً بصحة اللوحة ودوامها». ولهذا فإن هذه الاختصاصية تقوم بشكل دوري بـ«غسل» لوحات المتحف مستخدمة لذلك وسيلة بطيئة ومتعبة. فهي تستخدم كتلاً قطنية صغيرة ملفوفة حول عود خشبي (وتشبه بذلك أعواد القطن التي تستخدم لغسل الأذنين، مع فارق بسيط وهو أنها تتغير بفترة أقصر) تجرها بطريقة منظمة فوق سطح اللوحة وفق نمط شبكي، مما يؤدي إلى قشط الطبقة القديمة من البرنيق عن اللوحة بواسطة مواد كيماوية متعددة، مثل البنزين النفطي، والتولوين (وهو سائل عديم اللون يشبه البنزين)، والاسيتون. أما في حال لم تكن اللوحة مدهونة بالطبقة الواقية من البرنيق، فإن الاختصاصية عندئذ تسعى إلى تنظيف الأصباغ نفسها، متوسلة لذلك الأعواد القطنية المغمسة في الماء المقطرة. وبعد الانتهاء من عملية التنظيف، تتولى الاختصاصية دهن اللوحة بطبقة جديدة من البرنيق (وهذا ينطبق فقط للوحات المزودة أصلاً بهذه المادة). ويستعمل المتحف المذكور البرنيق الصناعي، الذي يمكن رشه فوق اللوحة بواسطة مسدس رشاش، وذلك عوضاً عن البرنيق الطبيعي القديم، المصنوع من الدمر (وهي مادة صمغية)، أو المصطكاء (وهي مادة تستخرج من الشجر)، والذي يدهن بواسطة الريشة المسطحة. وفي حقيقة الأمر، فإن الطريقة الثانية تطرح بعض الصعوبة، بخاصة وأن ضربات الفرشاة الغير منتظمة سوف تؤدي إلى تغيير في درجة انعكاس الضوء على اللوحة، مما يغير بدوره إلى تغيير مظهرها؛ بينما الأكثار من البرنيق سوف يفقد اللوحة تفاصيلها التي تكسبها أياها عمليتا الضوء والظل.

وهناك مهمة أخرى تقع على عاتق المرمم، وهي شد قماشة اللوحة، التي ترتخي ولا بد

مـع الوقت. وتتم هذه العملية بواسطة مد بطانة جديدة على ظهر القماشة. وتنفـع هذه التقنية كذلك الأمر في منـع اهتراء اللوحة كلما تعتقت. إلا أن الأخطار الكامنة وراء مثل هذه العملية كثيرة، وهذا ما حصل بالضبط في حالة لوحة الرسام المشهور، انتوني فاندايك، المسماة «رينالدو وأرميدا»، والتي جرى ترميمها في أواخر الخمسينات من هذا القرن. إذ كانت هناك مساحة صغيرة في مقدم اللوحة انفصلت فيها طبقة الدهان عن البطانة القديمة. وكان خوف المسؤولين عن حفظ اللوحة كبيراً أن يتكور الدهان في هذه المساحة وينفصل عن بقيته إذا ما استعملت المطاوي الصغيرة في قشط طبقة الغراء القديمة من ظهر اللوحة. إلا أنهم بعد جدل طويل قرروا أن يغطوا وجه اللوحة بطبقة رفيعة من ورق التوت المقوى بالقطن الشاشي قبل المضي قدماً في مهمتهم.

هذا ويلجأ بعض المحافظين إلى وسيلة تقليدية تقضي بتثبيت بطانة جديدة بواسطة مكواة كهربائية، إلا أن متحف غوكنهايم يملك لهذا الغرض طاولة حرارية خاصة مغطاة بسطـح من الالومينيوم الذي يمكن تسخينه. وبعد تركيز اللوحة فوق هذا السطـح بحيث يكون وجهها مداراً للأعلى، يتم وضـع البطانة الجديدة تحتها بعد طليها بالغراء. أما الخطوة التالية فتكون بتركيز غطاء للحماية فوق وجه اللوحة، ثم غطاء آخر بلاستيكي فوق الجميـع، مـع الإبقاء على بعض الفراغ بينه وبين اللوحة. وهذا الفراغ بالذات تصنعه آلة فراغية خاصة. وتظل اللوحة في هذه الوضعية من الضغط المتساوي لمدة تقارب الساعة، تحت درجة حرارة تصل عادة إلى 160 درجة فهرنهايت. (وتجرى الفحوص على اللوحة قبل ذلك لتحديد درجة احتمالها للحرارة). وتنشط الحرارة عمل الغراء، الذي يلتصق بثبات على قماش اللوحة، حيث يترك ليبرد لمدة ثلاث ساعات. أما الخطوة التي تلي فتكون بشد اللوحة فوق إطار (برواز) خشبي ذي أطراف متحركة. وقد ثبتت فعالية هذا الإطار من أجل تصحيـح شد القماشة، إلا أنه لارتفاع ثمنه، يلجأ الفنانون عادة إلى الإطار العادي من دون الأطراف المتحركة.

والآن بالنسبة للوحة المتشققة، فإنها تستلزم عناية خاصة. والواقـع أن عملية اضفاء اللمسات على اللوحات الفنية هي عملية تحتاج لجهد كثيف، إضافة إلى موهبة فذة لدى الفنان. ولربما يسأل أحدنا: كيف يمكن لأي كان الاقتراب بريشته من لوحة لغيرميـير مثلاً؟ وربما الجواب الوحيد الشافي هنا هو أن أية عملية ترميم تنال من هذه اللوحات يمكن عكسها أو تداركها.

فلنفترض مثلاً أن جزءاً من الدهان الزيتي قد غاب عن اللوحة. في هذه الحال يلجأ المـرمم إلى وسيلة تقنيـة تعـرف بـالـرسم مـن الـداخـل. وأول خـطوة في هـذا المجال تكون بدهن المساحة التي فقدت أصباغها بالبرنيق. ثم تملأ هذه المساحة بالجبس أو المعجون، بما يتلاءم مـع أرضية اللوحة (أو المادة التي غطت أصلاً اللوحة قبل رسمها). ويستخدم المرمم المبضـع الرقيق لتوليف الجبس بحيث يلائم محيط المساحة تماماً. وبعدما تنشف

هذه المادة تغطى المساحة مجدداً بالبرنيق قبل دهنها أخيراً بالأصباغ الزيتية. ويستعمل بعض الاختصاصيين عوضاً عما سبق الألوان الممزوجة بالبيض زائد مسحة من الدهان الزيتي الشفاف. وبالإمكان أن نتصور مدى صعوبة مزج الألوان ببعضها لا لتتناغم من الألوان الأصلية فحسب، وإنما أيضاً لتعطي اللمعية نفسها. وقد تتطلب هذه العملية من المرمم ساعات أو حتى أسابيع. وطالما أن عملية الرسم من الداخل هذه تتم بواسطة مواد تختلف نوعياً وزمنياً عن الرسم الأصلي، فإن الألوان تبهت بسرعة، وعليه يلزم تجديدها بين فترة وأخرى. وتصل هذه الفترة عادة إلى نحو القرن.

والآن نسأل: كيف يعرف المرمم أي الألوان سوف يستعمل طالما أن الألوان الأصلية تبهت مع الزمن وتظلم؟ والسر هنا يكمن في إزالة طبقة البرنيق بالدرجة الأولى، إذ أن هذه الطبقة هي التي تتغير لا الأصباغ تحتها. (والواقع أنه من خلال النظر إلى الألوان الرائعة والبراقة التي تظهر على حقيقتها بعد إزالة طبقة البرنيق، رسخ الاختصاصيون اعتقادهم بأن الرسامين الأوائل لم يريدوا للوحاتهم أن تظهر بهذا المظهر السبيدجي (أي بلون بني داكن شبيه بلون حبر السبيدج)، الذي قدرته جداً الأجيال اللاحقة).

وفي بعض المرات تعرضت عدة لوحات فنية خالدة للضرر لدرجة أنه ساد الشك بإمكان اصلاحها. ففي العام 1914 مثلاً، تعرضت لوحة الرسام فيلا سكيز «حمام فينوس» إلى الشطب من قبل سيدة متعصبة لحقوق المرأة أغضبها المظهر المثير الذي أخذته فينوس. وكذلك فإن لوحة رمبراندت «حراسة الليل» تعرضت للاعتداء أول مرة في عام 1911 من قبل مريض نفساني، ثم اعتداء ثان في العام 1975 من قبل مجنون هرع إلى داخل متحف ريجكز في امستردام وشطب اللوحة بمديته. وهناك حوادث كثيرة من هذا النوع، حتى أن بعض عمليات التشطيب وصل طولها إلى يارد واحد، فيما تقطعت أقمشة لوحات أخرى تماماً وسقطت على الأرض.

وقد عمل كبير المرممين لدى المتحف، واسمه لويتسن كيير، على تنظيم حملة واسعة لاصلاح اللوحة. وقد استغرقت هذه الحملة ستة أشهر، ووصلت كلفتها إلى 37,300 دولار. هذا وقد اتخذت إجراءات فورية تمثلت بمنع أطراف قماشة اللوحة من التمدد والارتخاء، فيما اعيدت القطعة المقتصة من اللوحة إلى مكانها، وتم تثبيتها بالشريط اللاصق من الخلف، ومن الأمام بورق الرز الياباني والغراء. أما الخطوة الثانية فكانت بنزع البطانة، التي وضعت أصلاً في العام 1947، بواسطة سكاكين صغيرة. وقد اضطر كيير إلى وصل الأمكنة المقتطعة بواسطة الخيوط الليفية الرفيعة. وهكذا تم لصق خيوط القماشة واحداً تلو الآخر بخيوط الليف بواسطة الغراء. وبعد ذلك قام كيير بدهن خلفية اللوحة بشمع العسل وخليط القنب ثم ألصق بطانة جديدة فيها بواسطة المكواة الكهربائية. وأخيراً، تولى إزالة ورق الرز وبقايا الصمغ (المثيرة للاشمئزاز) بواسطة الكحول.

ومن أجل إضافة لمسة فنية على اللوحة، قام كيبر بمسح طبقة البرنيق التي وضعت على اللوحة في العام 1947؛ ولم يتوقف عند ذلك الحد، بل مضى إلى إزالة الطبقة الأولى القديمة حتى، مع أن الكثيرين ممن حوله أبدوا تخوفهم من أن تمحى الأصباغ هي الأخرى. ولكن الذي حصل أن كيبر اكتشف خلال عمله في اللوحة طبقة إضافية من الأصباغ، وضعها على ما يبدو رسام آخر في القرن الثامن عشر (رامبراندت انجز اللوحة في العام 1642). وقد توصل إلى هذا الاستنتاج عن طريق فحوصات عدة أجراها على هيكلية اللوحة وعلى المناطق التي نالها الأذى بواسطة أشعة أكس، والأشعة التصويرية ما دون الحمراء، والميكروسكوب المزدوج (وهو عبارة عن ميكروسكوب مجهز بمجموعة عدسات خاصة بكل عين، مما يسمح للأشياء تحت المراقبة أن ترى بثلاثة أبعاد).

وإضافة إلى ذلك، فقد عالج كيبر اللوحة بكاملها بزيت التربنتينة (وهو زيت مستخرج من شجر الصنوبر)، من أجل إضفاء اللمعية المتناسقة عليها، قبل أن يشرع بالمهمة الشاقة المتمثلة بإضفاء اللمسات الأخيرة. ولذلك فقد استعمل الطبشور والصمغ لبناء الأرضية حيث تعرضت اللوحة للشق، قبل أن يبدأ بمزج ألوانه التي فاقت عدد الألوان التي استعملها رامبراندت، وهي لا تتعدى العشرة. وبعدها دهن كيبر ألوانه الزيتية فوق البرنيق المبلول، ثم انتظرها لتجف تماماً قبل مسحها بطبقة أخيرة من البرنيق، ووضعها خلف طبقة زجاجية لمدة ثمانية أشهر، تحميها من تغيرات الطقس. وفي النهاية نجحت العملية تماماً، بدليل أن كل مؤرخي الفن، والاختصاصيين وعموم الناس أبدوا أعجابهم بالعمل بعد تفحصه بدقة.

واليوم، عندما تتم عملية ترميم لوحة ما، فهي تكون بنزع بعض الأصباغ لا بإضافتها. فقد قام الرسام اغنولو برونزينو في منتصف القرن السادس عشر برسم لوحته «رمز»: والتي تصور فيها فينوس بكل جمالها الطبيعي وهي مستلقية في الغابة وحولها فتيان عاريون، بحيث تظهر اقفيتهم المدورة للرائي. وبعد مرور ما بين خمسين ومئتي سنة، اتى جيل آخر أكثر تواضعاً، وقرر أن يغطي عري هؤلاء الفتيان، ويخفي حلمتي فينوس، ويضع ورقة التوت حيثما يلزم. وبعد مرور زمن طويل على ذلك اكتشف أحد الاختصاصيين تلك الإضافات، وتولى إزالتها برحابة صدر، بما في ذلك ورقة التوت عن فينوس.

## كيف تُرسم الخطوط تحت حلبة لعبة الهوكي؟

تتراوح سماكة الجليد فوق حلبة الهوكي ما بين ثلاثة إنشات و $5/8$ من الإنش، كما هو الحال مثلاً في حديقة ماديسون سكوير، حيث يتوجب صنع الجليد وتكثيفه على مدى ساعات فقط. (وهذه الطبقة الرقيقة من الجليد تعتبر اختباراً للاعبين المحترفين، الذين يقومون بانعطافات فجائية أو وقفات قاسية تقشط قشرة الجليد تحت أسنان أحذية التزلج). وهناك عدة طرق تستخدم في خط هذه الأزياح الزرقاء والحمراء، والدوائر، والكتابات تحت الجليد، وهي تعتمد على عامل الوقت وسماكة الجليد.

وإذا ما أزيل كل الجليد عن الحلبة، فإن بالإمكان استعمال الألوان المائية من أجل الرسم على الأرضية الأسمنتية. وتكون أول خطوة لذلك بدهن كامل الأرضية باللون الأبيض بواسطة مماسح مطاطية تستعمل يدوياً؛ ثم تدهن الخطوط والدوائر بواسطة الفراشي الخشبية. وهناك طريقة ثانية، أكثر شيوعاً رغم صعوبتها، وهي تتطلب تكوين طبقة جليدية رقيقة لا تتعدى الربع إنش. وبعد دهن كامل سطح الجليد باللون الأبيض، يتم حفر ممرات ضيقة في الجليد لا تتعدى $7/8$ إنشاً بواسطة آلة تسمى بـ «شفرة ثومبسون». وتمثل هذه الممرات الخطوط التي يجب رسمها. ويتم بعد ذلك وضع الأصباغ الحمراء والزرقاء يدوياً أو صبها بكل بساطة بداخل الحفر. وما أن يجف الدهان، ترش طبقة من الماء الصافية فوق الحلبة لتشكل الغطاء الجليدي المطلوب. وعندما تتجمد هذه الطبقة بعد بضع ساعات، يصبح بالإمكان صنع المزيد من الجليد حتى تصبح سماكته بمعدل إنشين أو ثلاثة.

وعلى ما يظهر فإن هذه العملية الشاقة، التي تتطلب يومين كاملين من العمل، غير عملية، بخاصة عندما يكون هناك عرض مقرر للأحصنة الراقصة فوق الحلبة يوم الجمعة مساءً مثلاً، وعرض آخر لرابطة الهوكي الوطنية يوم السبت. ولهذا فإن البلاستيك أو الورق يعوضان اليوم عن الدهان نظراً للضغط المستمر على هذه الحلبات. وبكل بساطة يتم فرش هذه المواد فوق الأرضية قبل تجليد الماء فوقها ومباشرة بعد المباريات ينزع الجليد والخطوط على السواء بانتظار الحدث الثاني.

## ؟

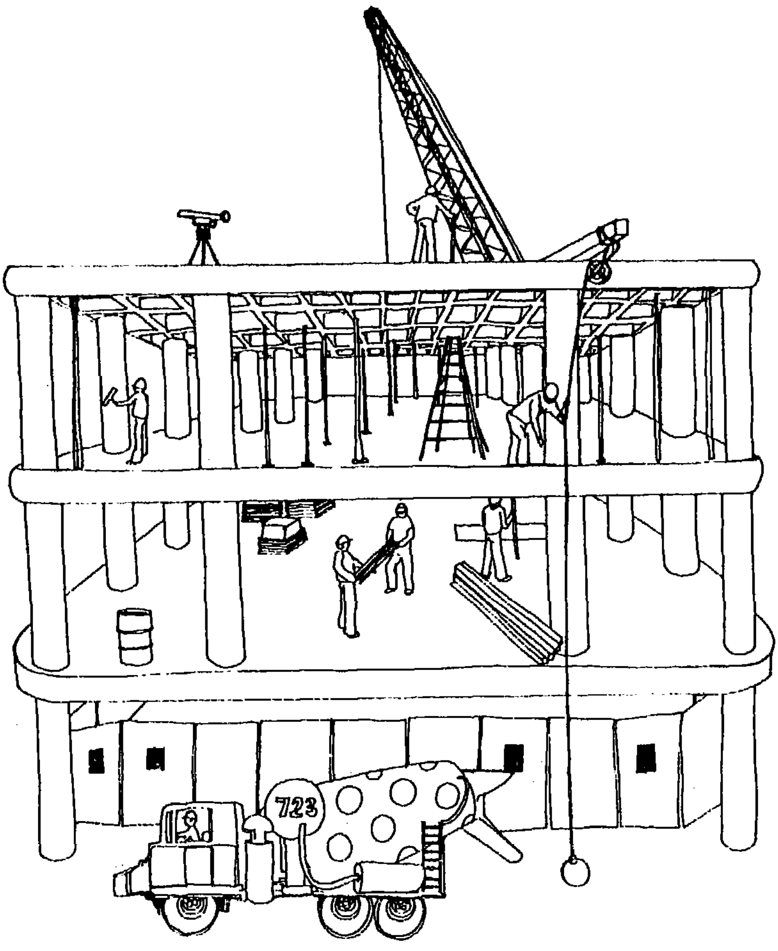
## كيف تُبْنى ناطحات السحاب بشكل عامودي تماماً؟

في المرة القادمة، عندما تكون بقرب ناطحة سحاب، قف عند قاعدة البناء وأنظر إلى الأعلى نحو زاوية معينة. قد تستغرب حينها رؤية هذا البناء وكأنه ليس عامودياً تماماً، أو كأنه يتثلم في بعض الأماكن منه. وقد يكون من المكلف ــ زمنياً ومادياً ــ لمهندس البناء وعماله الصعود به وفق منحى عامودي تام؛ ثم أنه ليس ضرورياً جداً. فمواد البناء القوية التي تستعمل في ناطحات السحاب هذه تملك بعض المرونة. ولـذلك فـإن ناطحـات السحاب وسط يوم عاصف قد تتمايل بعض الإنشات من دون التفسخ أو التضرر. وقد يكـون الخطأ البشري في حسابات البناء هو السبب في عدم الدقة هذه، إلا أن مثل هذا الخطأ لا يؤدي إلى عواقب وخيمة. ورغم ذلك فإن محاذير عدة تؤخذ بعين الاعتبار عند البناء لجعل ناطحة السحاب عامودية ما أمكن.

ويتألف أبسط الأبنية من أربعة دعائم، أو أعمدة، واحد في كل زاوية. وترتفـع هذه الدعائم فوق قواعد مسطحة مثبتة بالأسمنت السميك تحتها. وتكون الخطوة الأولى للتأكد من ارتفاع المبنى بشكل عامودي بقياس علو القواعد الأربعة للتأكد من تساويها. ويشيد عمال البناء الدعائم وفق «وصلة ارتفاع» تبلـغ مستوى طابقين؛ ومعنى ذلك أن الدعائم تمتد لعلو الطابق الثاني من البناء. وفيها يتم تثبيت الدعائم بواسطة كابلات معدنية تسمى «حبال التثبيت»، يقوم العمال بمد الدعائم الأفقية أو العوارض، التي يرتفـع عليها الطابقان الأول والثاني وفي هذه اللحظة بالذات، يبدأ البناؤون بالتدقيق ما إذا كان البناء عامودياً أم لا. ويتم ذلك من خلال وقوف عاملي بناء فوق العارضة الثانية، بحيث يحمل أحدهما عصا القياس، والآخر أداة القياس. وتشتمل عصا القياس، زيادة على ترقيمها بمقاييس تصل إلى $^{1}/_{100}$ من القـدم، على هدف معدني متحرك بالإمكان تثبيته عند أي مستوى مرغوب به. ويقوم عامل القياس بالنظر من خلال المنظار المكبر باتجاه حامل عصا القياس، الذي يتنقل بدوره بين زوايا البناء الأربـع. وبهذه الطريقة يتأكد فريق البناء من تماثل علو الدعائم في جميـع زوايا المبنى.

أما الخطوة التالية فهي بديهية وأساسية، قد لا تخطر على بال أحد في هذا الزمن المتطور تقنياً. وهذه الخطوة تتمثل في إدلاء فريق البناء بفادن (وهو عبارة عن ثقل مربوط بحبل) من الطابق الثاني للبناء باتجاه الأرض. وطالما أن الجاذبية الأرضية تسحب خيط الفادن وفق خط مستقيم، فليس على فريق البناء إلا قياس المسافة بين المبنى والخيط من الأعلى والأسفل. وهناك وسيلة بديلة عن ذلك تتمثل في استعمال ما يسمى بـ «أداة تلسكوب العبور». وتعتبر هذه الأداة

أساسية في أية عملية مسحية، طالما أنه يمكن استعمالها لقياس الزوايا الأفقية بالدقة المطلوبة، وكذلك الزوايا العامودية بمقدار خطأ يتراوح بين - 10 و + 10 ثوان في القوس الواحد؛ وأيضاً يمكن لهذه الأداة قياس الاختلاف في الارتفاعات والمسافات. ويقف عامل القياس على الأرض على مسافة معينة من البناء، ثم يوجه الأداة نحو نقطة معينة، لنقل ثلاثة إنشات خارج الدعامة عند مستوى القاعدة، وثلاثة إنشات عند الطابق الثاني. فإذا ما كانت هاتان النقطتان متسامتتين فإن ذلك يعني أن البناء عامودي؛ أما في الحالة المعاكسة فإن مهندسي البناء سيضطرون إلى تصحيح مسافات الكابلات المعدنية الثقيلة التي تدعم العوارض. وبما أن الأحزمة التي تربط أطراف المبنى ليست مشدودة عند هذا الحد، فبالإمكان تعديلها حسب الطلب لتأتي بالنتيجة المرجوة. وطبعاً، فإن على عمال البناء أن يكرروا هذه العملية هذه العملية كلما ارتفع البناء طابقين إضافيين.



وعلى الرغم من أن جاذبية الأرض تساعد على بناء ناطحات السحاب عامودياً، إلا أن تكوير شكل الأرض يأتي بنتائج مدهشة في هذا المجال والواقع أن هذا العامل لا يؤثر إلا في الأبنية الشديدة العلو أو العرض، ولذلك أهمله مهندسو البناء، لظنهم أن تصميم الأبنية الصغيرة يمكن تطبيقه على الأبنية الكبيرة. ولكن، فلنتصور بعض الخطوط الوهمية الممتدة حتى مركز الأرض ومصدرها دعائم بناء شاهق العلو، أو بناء يشغل مساحة كبيرة، بحيث تشكل هذه الدعائم زاوية 90 درجة مع خط وهمي ملامس للأرض عند نقطة الاتصال. وفي كل الأحوال فإن هذه الخطوط المتوجهة نحو مركز الأرض لا بد وأن تلتقي عند هذه النقطة؛ ويعني ذلك أنه على الرغم من استقامة هذه الخطوط فإنها ليست متوازية أبداً.

؟

## كيف تُدَوْزن آلة البيانو؟

عندما يصل الأخصائي بدوزان البيانو إلى منزلك، فكل ما يحتاج إليه لإنجاز مهمته هو شوكة الدوزان، وكرنك (ذراع الإدارة)، وإسفين منقبض، وأخيراً أذن مدربة. ويحصل هذا الاخصائي على صوت الشوكة بمجرد قرعها وجعلها تهتز، مصدرة النوتة A فوق النوتة الوسطى C، وهي أول نوتة تتم دوزنتها في الثماني نوتات المركزية في البيانو. وتقدر الطبقة الصوتية المعيارية للنوتة A في كل من الأميركيتين، وأوروبا، والاتحاد السوفياتي، بـ A-440. ويمثل هذا الرقم تواتر الطبقة الصوتية، أو عدد المرات التي يهتز فيها الوتر بالثانية عند ضربه.

وبما أن طبقة صوت كل مفتاح من مفاتيح البيانو (ما عدا الصوت الخفيض) يصدر في الواقع عن ثلاثة أوتار بدل الوتر الواحد، فإن الاخصائي يستعمل الأسفين اللبادي لخنق صوت الوترين الباقيين من النوتة A فيما يدوزن الوتر الأول بالتناغم مع صوت الشوكة. وفيما إذا كانت طبقتا الصوتين متقاربتين ولكن غير متطابقتين، فإن الاخصائي سوف يسمع سلسلة نبضات أو ضربات ناتجة عن اختلاف التواترين. وكلما تباعدت طبقتا الصوتين كلما كانت هذه النبضات أسرع. فقط عندما تتناغم النوتتان تبطىء النبضات أو تتوقف. والمعلوم أن طبقة صوت كل وتر من أوتار البيانو يحددها طوله، ولهذا فإن الاخصائي يصحح طول الوتر مستعملاً لذلك الكرنك لإدارة اللاقط الذي يشد الوتر. وعندما يصبح دوزان الوتر A الأيسر مضبوطاً حسب المعيار 440، يستغني الاخصائي عن الشوكة التي لا يعود لها لزوم، وينتقل إلى الوترين المتبقيين.

أما النوتات المتبقية من السلم المركزي فتتم دوزنتها وفق المسافة الزمنية (علماً أن المسافة

بين نوتتين، A و B مثلاً، هي ثانية، وAوC هي ربع ثانية، وهكذا). ويبدأ التسلسل الاعتيادي بالنوتة الخامسة الاخفض من A (أي D)، ثم ينتقل إلى النوتة الرابعة الأعلى من D (أي G)، ثم إلى بقية النوتات الخامسة والرابعة ثم السلم الثماني، ثم الثالثة، وهكذا حتى تكتمل النوتات الاثنتي عشرة. وبذلك يكمل الاخصائي دوزنة كامل الأوتار في البيانو، والبالغ عددها 235. (وهذا الرقم قد يختلف، نظراً لأن بعض البيانوهات تحتوي على أوتار خفيضة أكثر من غيرها).

وبإمكانك أن تفترض بعد الانتهاء من دوزان البيانو أن هذه العملية قد تمت على أكمل وجه، إلا أن هذا الافتراض خاطىء، ولو كان صحيحاً لالتقطت أذنك بعض النوتات النشاز تماماً. والواقع أن النوتات في البيانو المدوزن لا تتناغم تماماً مع بعضها، ومع ذلك فإن الأذن الحديثة (أي منذ أيام باخ) تعودت هذه «الاخطاء». وقد يبدو ذلك منافياً للمنطق، إلا أنه لو حاولنا دوزنة البيانو وفق النظام الأصلي الذي ابتكره فيثاغورث لحصلنا على بعض النوتات المتناغمة تماماً وأخرى نشاز كلياً. ولهذا فقد جاء الحل المبتكر منذ 250 سنة تقريباً ليقسم السلم الثماني إلى 12 أنصاف نغم متساوية، ولتوزيع هذا النشاز في النغم بتساو على هذه الأنغام النصفية. وبالنهاية فإن السلم الثماني فقط هو الصحيح سمعياً. وهذا النظام نجده في مقطوعة باخ المشهورة «الأرغن الهادىء»، وفي مقطوعات «البرليود» و«الفوغ» الثمانية والأربعين، المخصصة لكل مفتاح أساسي ومفتاح فرعي، والتي يمكن لعبها هي نفسها إنطلاقاً من مفتاح موسيقي.

وعندما يتم دوزان البيانو وفق المعايير الحديثة، فإن كل نوتة خامسة تتسطح (أو تنخفض طبقتها) بمقدار $^1/_{50}$ من نصف الصوت ويعرف الاخصائي مدى التناقض في الأصوات بمجرد أن يسمع النبضة الواحدة بالثانية وهو يدوزن الأوتار الخامسة. وهذا التناقض يتوسع في النوتات الأخرى. ولهذا فإن الاخصائي يعرف متى يستمع إلى النبضات الأسرع في النوتات الأصغر. وعلى هذا الأساس فإنه يزيد من حدة النوتة الثالثة (أو يرفع طبقتها الصوتية) بمقدار $^1/_7$ من نصف الصوت، أي ما يعادل ثماني نبضات بالثانية عند عزف النوتة الثالثة من G إلى B مثلاً. وهذا يعني أن أياً من النوتات لا تكون دقيقة الدوزان، إلا أنها كلها تخطىء بالمقدار نفسه.

ومع أنك تسمع طبقة صوتية واحدة فقط عندما تضغط على أحد أصابع البيانو، إلا أن كل نوتة في الواقع تتألف من أصوات مركبة، أو نغمات منسجمة. ويعود هذا إلى كون كامل الوتر يتذبذب بتواتر واحد في كل أقسامه، وبالأخص عند النصف، والثلث، والربع (وهكذا دواليك). وبذلك تكون لكل نوتة نغمتها المنسجمة: وبإمكانك أن تختبر ذلك على البيانو في منزلك. فيكفي أن تخفي صوت النوتة C الوسطى، وأن تلعب النوتة C الاخفض، فتحصل كما

لو بفعل ساحر على النوتة C العليا كذلك. ونحصل على نغمة الوتر الأوسط C، أي نصف طول الوتر C الاخفض بواسطة الاهتزاز التأثيري. كما يمكن الحصول على نوتات أخرى في سلسلة النغمات عن طريق خفض النوتة G فوق C الوسطى (أي الوتر الخامس)، و C العليا (الوتر الرابع)، ثم E (الثالث).

وتعتبر مسألة التناغم الانسجامي مسألة مهمة في عملية دوزان البيانو نظراً لأنها تشكل أساس العلاقات بين النوتات. وتملك بعض النوتات في السلم الموسيقي خصائص نغمية مشتركة مـع بعضها، كما أن الطبقات الصوتية في سلم معين تنحدر في الواقـع من الطبقات الصوتية في مجموعة نغمية منسجمة. وكما سبق وذكرنا فإن النوتات التي يتضمنها السلم الموسيقي المركزي تتعدل قليلاً لتتناسب مـع الأذن البشرية، وعلى هذا الأساس فإنها ليست سوى طبقات صوتية تقريبية من النغمات المنسجمة. وحالما يتم الانتهاء من دوزنة السلم المركزي، الذي تلتقطه الأذن البشرية أفضل من غيره، فإن كل المفاتيـح المتبقية تتدوزن بحسب مفاتيـح هذا السلم.

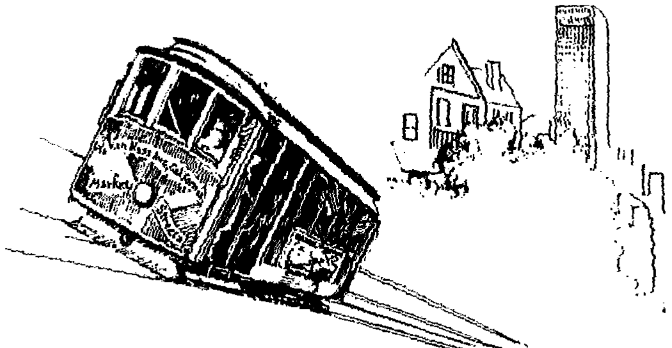
؟

## كيف تصعد القاطرات السلكية هضاب سان فرانسيسكو الشديدة الانحدار وتهبطها؟

يشكل الكابل المتحرك بواسطة محطة مولدة للطاقة القوة الدافعة للقاطرات السلكية. وقد ابتكر هذا النظام الميكانيكي الأميركي أندروس. هاليد في العام 1867. وفي العام 1873 تم بناء أول سكة حديد للقاطرات السلكية من قبل شركة كلاي ستريت هيل للسكك الحديدية، التي كانت عاملة في مدينة سان فرانسيسكو. ويعتبر هذا النظام المميز، الذي أثار الكثيرين في ذلك الوقت، صالحاً للاعتماد حتى في يومنا هذا، وهو ما زال يجلب انتباه العديد من السواح. وقد اعتمدت مدن في السبعينات من القرن الفائت هذا النظام، إلا أنها سرعان ما استبدلته بنظام القاطرات الكهربائية الحديثة الذي ابتكر في القرن العشرين.

وقد امتد خط سكة الحديد، الذي سارت عليه أول قاطرة في سان فرانسيسكو، على طول 2800 قدم، وفوق تلة يصل طولها المتصاعد نحو 307 أقدام. وتتم عملية صعود الهضبة عندما يمسك جهاز قابض في أسفل القاطرة (يسمى بـ «قبضة هاليد»)، بكابل متحرك باستمرار يقـع مباشرة تحت سطـح الطريق وبين خطي السكة، وهو يؤمن سحب القاطرة. وإذا ما أراد سائقها إيقافها، فليس عليه سوى أن يفلت القبضة ويدوس الفرامل.

أما على الهضبات الشديدة الانحدار، فإن نظام الكابلات التي تربط قاطرتين ببعضهما يعمل بفعالية أكبر. إذ عندما تشرع القاطرة الأولى بالصعود على الهضبة تنزلها القاطرة الثانية، مما يحدث نوعاً من التوازن بينهما. وتتحرك القاطرتان فوق سكة حديد متصلة يفصلها طريق ذو اتجاهين مخصص لحركة السيارات.



## ؟
## كيف تشعّ اليراعة؟

تعتبر اليراعة (Firefly) من فئة الخنافس الليلية، التي تصدر ومضات من الضوء ذات إيقاع معين كلما أرادت أن تزيد من جاذبيتها الجنسية، أو كلما أحسست بالخطر. ومع أن العلماء لا زالوا يجهلون حتى اليوم حاجة هذا النوع من الحشرات الطائرة إلى إصدار الضوء، إلا أنهم يعلمون مصدره.

ويشتمل ذلك الضوء الأبيض المخضّر الذي تصدره اليراعة على نسبة قليلة من الاشعة ما تحت الحمراء أو الضوء ما فوق البنفسجي، المسمى «بالضوء البارد». ويأتي هذا الضوء من وسط اليراعة عندما تتأكسد بشكل فوري مادة كيماوية تدعى لوسيفرين خلال وجود انزيم آز اللوسيفرين. ويحصل الاشعاع الضوئي عندما يتفاعل الادنوزين الثلاثي الفوسفات مع آز اللوسيفرين وأيون المغنيزيوم واللوسيفرين ليشكل مركب (آز اللوسيفرين ـ لوسيفريل ـ ادينيلات) والبيروفوسفات. ومن ثم يتفاعل هذا المركب مع الاكسجين ليولد طاقة كافية من أجل تحويل المركب من حالة إثارة خفيضة الطاقة إلى حالة إثارة عالية الطاقة. ويتخلى هذا المركب عن طاقته الجديدة من خلال اشعاع فوتون من الضوء المرئي، قبل أن يعود إلى حالته الأولى.

ويحصل تفاعل الضوء هذا بداخل خلايا ضوئية تتزود بالاكسجين عبر القصبة الهوائية. ويقوم الجهاز العصبي، بالإضافة إلى الخلايا الضوئية والأعضاء الواقعة عند أقصى القصبة الهوائية، بالسيطرة على نسبة الاشعاع الضوئي. ويتولى العصب عملية نقل النشاط الهياجي إلى الخلية الضوئية، عبر أعضاء آخر القصبة الهوائية، مما يؤدي فورياً إلى إفراز وسيط كيماوي من قبل العصب من أجل إيقاف الضوء. أما فيما يخص بقية الأنواع من الخنافس، التي قد تطول مدة اشعاعها الضوئي، فإنها على ما يبدو لا تملك تلك الأعضاء الواقعة عند نهاية القصبة الهوائية.

وتصدر اليراعة العادية ضوءاً أخضراً أو أصفراً لماعاً، إلا أن مثل هذه الحشرات في الباراغوي، والتي يبلـغ طولها نحو ثلاثة إنشات، تصدر ضوءاً أحمر في طرفي جسمها وأخضر في مناطق واقعة بين هذين الطرفين. وتُعرف هذه الخنافس التي تنقصها الأجنحة بـ «خنافس السكة الحديدية».

؟

## كيف يُصْنع الغازوهول؟

لا يزال سوق مادة الغازوهول محدوداً، وكلفة إنتاجها كبيرة، إلا أنها قد تصبح في المستقبل البديل المنشود لمادة الغازولين، نظراً لأنها تحتوي على نسبة أكبر من الاوكتان، كما أنها توفر في استعمال الزيت. وتجد مادة الغازوهول مناصرين كثيرين لها بين صفوف المحافظين نظراً لأنها في النهاية تعتمد على الطاقة الشمسية، التي تساعد على نمو المواد العضوية الخام التي تصنـع منها، مثل الذرة وقصب السكر.

والغازوهول هو مزيـج بمقدار 10 بالمئة من الاتيل الكحولي (أو الايتانول) و 90 بالمئة من الغازولين. ويصنـع الايتانول عن طريق تخمير النشاء والسكر. ويعد المصدر الأكبر لذلك هو الذرة، التي هي من أكثر الحبوب وفرة في الولايات المتحدة. أما المصادر الأخرى فتتنوع بين الشوفان، والشعير، والقمـح، وقصب السكر، وعصير الذرة الحلوة، وسكر الشمندر. وكذلك فإن البطاطا وجذور المنيهوت (وهي نبتة سكرية) تشكلان مصدراً محتملاً، كما هو السليلوز الذي يمكن تفتيته إلى سكر متخمر.

ويمكن استخدام أي وقود كان لتأمين الطاقة لمصنـع التخمير الذي ينتـج الايتانول. ولا يهم إذا كان هذا الوقود هو الفحم، أو النفايات الصناعية والزراعية، أو الغاز الطبيعي، أو الطاقة الشمسية أو الحرارية الجوفية، أو النفط.

ويتم حصاد الذرة وطهيها حتى يمكن تكريرها أكثر. وتضاف إليها الانزيمات حتى تتحول إلى مادة سكرية، والتي بدورها تتحول إلى كحول عن طريق تفاعلها مع الخميرة. ويتم تقطير الكحول حتى تصبح صافية بدرجة 190، مما يعني أن 95 بالمئة من هذه المادة هو كحول. وأخيراً تزال أية بقايا مائية، حتى تصبح الكحول ناشفة تماماً، أي صافية بدرجة 200. ومن ثم يمزج هذا الاتيل الكحولي مع الغازولين.

ويختلف ناتج الاتيل الكحولي من كل فدان نباتي. ففدان الذرة مثلاً ينتج 250 غالوناً؛ وفدان الشمندر السكري ينتج 350 غالوناً؛ وفدان قصب السكر ينتج 630 غالوناً. وهناك رغبة متزايدة لدى المزارعين بأن ينموا فقط المحاصيل التي تنتج الغازوهول، إلا أن نقص المواد الغذائية والعناصر العضوية في التربة يشكل عائقاً في هذا المجال.

وبما أن الكحول هي مادة منظفة تماماً فإن كل المعدات التي تستعمل في صنع واحتواء الغازوهول يجب أن تكون نظيفة. ولطالما نشأت مشاكل ميكانيكية ناتجة عن الفلترات المسدودة، بالأخص في السيارات القديمة، التي يعمل الغازوهول على إزالة الأوساخ المتراكمة فيها. ومع أن شركات الوقود تشكك في أن الغازوهول يزيد عدد الأميال التي تقطعها السيارات بالمقارنة مع الوقود العادي، إلا أنها تؤكد أن هذه المادة تقلل من نسبة التلوث وتحسن من إداء محرك السيارة. وطبعاً فإنه في حال تناقصت واردات النفط فإن الغازوهول الذي يشتمل على نسبة أقل من النفط عن الغازولين يظل هو الخيار الأفضل.

ومستقبلاً، هناك احتمال لانتاج الغازوهول من النفايات. ولكن النسبة السليلوزية (الورق والخشب) من النفايات ـ رغم توافرها ـ يجب أن تخضع للمعالجات الجذرية قبل أن تخضع للتخمر. فأولاً، يجب كسر الخشبين، الذي يشكل الصدفة القاسية التي تحوط بالسليلوز، إما عن طريق الطابخات الضغطية أو عن طريق النسف بواسطة محركات قوية الضغط نحو مناطق خفيضة الضغط، الأمر الذي يدفع بالخشبين إلى الانتفاخ. وبعد ذلك يتم كسر خلايا السليلوز، التي تحتوي على الآف الوحدات، لتعطي مادة السكر بعد إضافة الماء إليها ومعالجتها إما بالاسيد الكبريتي (وهي مكلفة رغم سرعتها) أو بواسطة فعل الانزيم الذي يستغرق يومين. وإذا توفرت هذه الإمكانات في المستقبل بكلفة أقل، فإن ذلك يعني أن السيارات التي نستعملها سوف تسير بواسطة ورق الصحف بدل البنزين.

## ؟

## كيف تُحصى النجوم في الكون؟

يعلم علماء الفلك عدد النجوم المنتشرة في هذا الكون نتيجة لمعرفتهم الاكيدة لحجمه. وهم يعملون مدى حجمه لأنهم يظنون أنهم اكتشفوا عمره، رغم الاختلاف في وجهات النظر حول هذه النقطة الأخيرة. وتعتمد التقديرات لعمر الكون بدورها على التقديرات حول سرعة ومسافة أبعد النجوم التي أمكن للعلماء رصدها. وفي الواقـع فإن الجواب على السؤال الأول الذي طرحناه يدل على مدى ارتباط المعرفة الفلكية ببعضها البعض.

ويمكن اعتماد المنطق في الإجابة عـلى النحو التـالي: إن أبعد المجـرات التي يمكن للتلسكوبات الأرضية التقاط حرارتها تسافر مبتعدة عنا بما يوازي سرعة الضوء. ويظهر ذلك عندما يتكسر ضوء هذه المجرات بداخل آلة قياس الطيف، وهي الآلة التي تقيس طول الموجة الضوئية التي تصل إليها. والملاحظ هنا وجود «نقلة حمراء» شديدة في الخطوط الطيفية التي تشكلها العناصر المتعددة التي تصنع النجوم. وقد أمكن لهؤلاء العلماء أن يستخلصوا مما سبق أن الكون يتوسع، بل يتفجر أمام أعيننا. وتطلعنا كمية النقلة الحمراء التي تصلنا من المجرات البعيدة عن مدى السرعة التي تبتعد فيها عنا، وعن مدى بعدها عنا. والواقع أنه لو علمنا مدى بعد أجزاء هذا الكون عن بعضها، ولو علمنا باتجاهها، وبسرعتها، لأمكننا عندها تطبيق قوانين الحركة الفيزيائية وتحديد الزمان الذي انفجرت فيه هذه المجرات حتى تبتعد عن بعضها بالسرعة الحالية. وتفيد آخر التقديرات المقبولة علمياً عن بداية الكون، أوعن حصول الانفجار الكبير الذي خرج منه الكون، إن عمره يتراوح بين 10 و 20 بليون سنة. والسؤال الذي يطرح هنا هو: كم تبلـغ سعة الكون الذي تناثرت أجزاؤه من ــ لنقل ــ 20 بليون سنة؟ وكبداية نعترف أنه ما من شيء في هذا الكون ــ حسب علمنا ــ يسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء، ولهذا فإن الطاقة الضوئية الناتجة عن الانفجار الكبير نفسه هي التي تنتشر بسرعة تفوق أي شيء آخر في الكون. وبما أن الضوء يسافر بسرعة 186 ألف ميل بالثانية، أوما يعادل سنة ضوئية بالسنة (أي 6 تريليون ميل)، فإن الضوء الناتـج عن لحظة الخلق لا بد وأنه توسـع على مدى 20 بليون سنة ضوئية في جميـع الاتجاهات. وعلى هذا الأساس يمكن القول إن شعاع الطاقة والمادة في الكون يجب أن يبلـغ 20 مليون سنة ضوئية، كما أن قطرها يبلـغ 40 بليون سنة.

ومن خلال الحكم على المسافات الشاسعة في الفضاء، وجد علماء الفلك أن قطر المجرات الـتي أمكـن لهـم رصـدهـا يبلـغ معـدل 100 ألـف سنـة ضـوئيـة (أو $10^5$،

أو $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$)، وإن المسافة بين النجوم نفسها تصل إلى 5 سنين ضوئية. ومن هنا استخلص العلماء أن عدد النجوم التي تحويها مجرة من الحجم الوسطي يبلـغ نحو 100 بليون نجمة (أو $10^{11}$). وتبعد المجرات عن بعضها في جزئنا من الكون نحو مليوني سنة ضوئية. ويبدو من المنطقي الافتراض أن شكل الكون بيضاوي تقريباً، هذا إذا كان تشكل فعلاً عن طريق انفجار، بحيث توسعت شظاياه وفق تراتبية معينة. ومن هنا يمكن استخلاص أنه في هذا الكون البيضاوي الشكل، والبالـغ قطره نحو 40 بليون سنة ضوئية، هناك ما يتسـع لنحو 10 بلايين مجرة ($10^{10}$). وبما أن كل مجرة تتسـع لنحو $10^{11}$ نجمة، فلا بد أن تكون هناك $10^{10+11}$، أو $10^{21}$ نجمة؛ أي ما يعادل نحو ألف بليون بليون نجمة في هذا الكون.

؟

## كيف يصمت كاتم الصوت طلقة الرصاص؟

عندما تشاهد على شاشة التلفزيون المجرم وهو يتسلل من خلف ضحيته، ويسحب مسدسه الكاتم للصوت، وينال من الضحية ببضـع طلقات رصاص لا تثير اية جلبة، فإن ما تراه أمامك هو محض خيال. أولاً، لأنه ليس هناك من كاتم للصوت يلغي جلبة الطلقة النارية تماماً؛ وفي أحسن الأحوال، فإن الصامت يقمـع جزئياً صوت الانفجار الناتـج عن احتراق الغازات بداخل الرصاصة. (ولهذا، يطلق في أوروبا على كاتم الصوت اسم «معدل الصوت»). وثانياً، فإن مثل هذا الكاتم للصوت لا يعمل في المسدسات غير الأوتوماتيكية، أو المسدسات الطاحونية التي تسرّب الصوت من جوانبها عند إطلاق الرصاصة.

والجدير بالذكر، أنه عند بداية هذا القرن، عندما أصبـح إطلاق الرصاص رياضة شعبية، «انزعـج» عالم البيئة، حيرام برسي ماكسيم، من الضجيـج لدرجة أنه طوّر اختراع كاتم الصوت الخاص بالمسدسات، وذلك الخاص أيضاً بالسيارات (أو ما يعرف بـ «الايشابمان»). وفي العالم 1934، تعاملت الولايات المتحدة مـع كاتم الصوت على أنه سلاح بحد ذاته؛ لذا أصدرت قانوناً خاصاً بالخزينة الأميركية يحد من بيـع كواتم الصوت، ويفرض ضريبة عالية عليها. واليوم، فإن كل ولاية من الولايات المتحدة تتعامل مـع هذا الأمر وفق قوانينها الخاصة؛ ولذلك تجد أن كواتم الصوت محرمة قانونياً في نيويورك مثلاً، ومسموحـة في كونيكتيكت وماساتشوستس.

ويعمل كاتم الصوت الخاص بالمسدسات وفق المبدأ نفسه الخاص بالسيارات. إذ عند إضافته إلى نهاية بوز المسدس، يعمل هذا الكاتم على امتصاص الحرارة والضغط الناتجين عن

الانفجار. وفي الواقع، فإن العروق اللولبية المعدنية أو البرونزية بداخل انبوب الكاتم تلتقط الغازات التي تنطلق خلف الرصاصة. وبالتالي، فإنه عندما تدور هذا الغازات وسط ذلك الأنبوب اللولبي من الداخل، يكبح جماحها، وتبرد نوعاً ما، وتخرج من الكاتم بسرعة أبطأ؛ مما يؤدي بدوره إلى كتم الانفجار وتعديل صوته. وتختلف أحجام كواتم الصوت مع اختلاف موديلات المسدسات، إلا أنها أضخم حجمًا من تلك التي نشاهدها على شاشة التلفزيون. إذ يصل قطرها إلى حدود 2 ــ 3 انشات، و 9 ــ 15 انشاً، طولها، بالنسبة للمسدسات من عيار 0,38 أو 0,357؛ فيما يكون قطرها إنشاً واحداً وطولها 6 ــ 8 إنشات بالنسبة للمسدسات من عيار 0,22.

وأخيراً، قد يكون من الصعب الحصول على كاتم للصوت، إلا ان ذلك لا يحول دون ارتكاب جريمة من دون جلبة. فهناك وسيلة فعالة ورخيصة لذلك، وهي بوضع وسادة فوق المسدس لحظة إطلاق الرصاص، بكل بساطة.

؟

## كيف تُصَنَّف حبات الكرز المزيفة؟

قد نجد أحياناً حبات كرز حمراء لماعة بداخل عجينة الكاتو أو الفطائر، ثم نفاجأ بأنها لا تمت بأية صلة من ناحية الطعم لحبات الكرز الأصلية. ففي أربعينات هذا القرن تم صنع الكرز الصناعي، بواسطة محلول الصوديوم المزود بنكهة مركبة والملون بصباغ أحمر. والوسيلة لذلك هي بإسقاط نقاط من هذا المحلول في وسط مغطس مملوء بملح الكالسيوم. وعلى الفور تتعلق قشرة من الكالسيوم الغير قابل للذوبان بقطرة محلول الكالسيوم. وما أن تتسرب ايونات الكالسيوم إلى الوسط حتى تتخثر على شكل «كرزات» كاملة حلوة.

وقد يجعلك هذا تشمئز من حبة الكرز التي تعلو قرن «الآيس كريم»، إلا أن مخاوفك غير مبررة. فهذه الكرزة هي من نوع المرسكين، أي انها كرزة حقيقية تم صباغها.

# ؟

## كيف تُقاس برودة «الصفر المطلق»

ليس هناك من حدود لحرارة الشيء إذا ما كان هناك مصدر لا ينضب للطاقة. لكن البرودة ــ كما هو معروف علمياً ــ هي غياب الحرارة؛ وهناك ــ نظرياً ــ حالة من «اللاحرارة»، أو «الصفر المطلق»، وهي أبرد من أي شيء في هذا الكون، وتوازي ــ 273 درجة مئوية، أو نحو ــ 459 درجة فهرنهايت. وتفوق هذه الدرجة برودة السهوب السيبيرية، حيث تصل درجة البرودة في فصل الشتاء إلى درجات متدنية تقاس بنحو ــ 100 درجة فهرنهايت؛ وكذلك فإنها تفوق أية درجة برودة يمكن التوصل إليها عبر التجارب المخبرية. وقد توصل العلماء إلى معرفتهم عن هذه الحالة من خلال قياس تمدد الغازات وتقلصها وفقاً لتغيرات درجة الحرارة.

ومن المعروف علمياً أن الحرارة هي حركة الذرات أو الجزيئات التي تؤلف جسماً ما. ومن هنا فإن أية مادة، أكانت جماداً، أم سائلاً، أم غازاً، تتضمن بعض الحرارة، بمعنى أن جزيئاتها تتحرك بشكل أو بآخر، أما ذبذبة، أو دوراناً، أو اصطداماً ببعضها البعض. ولذلك، فإننا عندما نقول مثلاً أن هذا الوعاء من الماء أسخن من ذلك، فنعني بذلك أن جزيئاته تتصادم مع بعضها أكثر من الآخر. وعلى هذا الأساس تتوسع الأجسام وتتمدد بفعل الحرارة، نظراً لأن جزيئاتها تتحرك بشكل أكبر، مدفوعة إلى ذلك عبر التصادم مع جزيئات أخرى. ولهذا قد نرى دولاب السيارة مثلاً مسطحاً أكثر وهو بارد، من دولاب آخر سافر لمدة ساعة أو أكثر على الطريق.

ويستخدم العلماء الغازات بدرجات مختلفة من الحرارة من أجل دراسة السخونة، ذلك أن نمط مسلك الغازات يوضح حركة الجزيئات، التي تعتبر «أداة» الحرارة. وعلى هذا الأساس، فإن حصر الغاز بداخل حاوية معينة وتسخينه، يؤدي إلى تصادم جزيئاته ببعضها أكثر فأكثر، مما يزيد من حرارة جدران الحاوية بفعل توسع هذا الغاز. ومن جهة أخرى، فإن تبريد الغاز يخفف من درجة ضغطه. ومن هنا فإننا إذا احتسبنا هذا الغاز بداخل حاوية مرنة، تغير حجمها بالتناسب مع تغير حجم الغاز الذي تحتويه، مع إبقاء درجة الضغط ثابتة، فإننا نلاحظ أن الغاز يتمدد ويتقلص بنسبة ثابتة مع كل تغير في درجة الحرارة، يرافقه حركة جزيئية متوافقة.

ومن خلال قياس حجم أي غاز عند درجة حرارة تساوي صفر درجة مئوية، ومن ثم عند درجات حرارة أخرى، يمكن القول أن أي غاز يتقلص بمعدل $1/_{273}$ من حجمه لكل درجة مئوية تنخفضها درجة الحرارة. ويؤكد العلماء منطقياً أن خفض درجة حرارة ممكنة هي تلك التي

لا تترافق معها أية حركة جزيئية محتملة مما يعطي للغاز أي حجم على الإطلاق. ومن هنا فإننا لو أخذنا عينة من غاز يوازي حجمها ليترين عند درجة حرارة تساوي صفر درجة مئوية. ولو خفضنا حجمها بمعدل $^{1}/_{273}$ (1,0073,0 ليتراً) مقابل كل هبوط في درجة الحرارة يوازي درجة واحدة، فإننا نجد بالنتيجة أنه على الحرارة أن تنخفض بمستوى 273 درجة مئوية حتى يصل حجم الغاز إلى الصفر. وبما أنه من المعلوم أن حجم الغاز يتولد من الحرارة، فإن درجة الحرارة عند مستوى الصفر في الحجم تصبح صفراً أو «صفراً مطلقاً»: أي - 273,15 درجة مئوية. ويطلق كذلك على هذه الدرجة اسم «صفر كلفين»، تيمناً باللورد كلفين الذي وضع فكرة الحرارة المطلقة. ويعرّف معيار كلفين، المتعارف عليه في الفيزياء، وعلم الفلك، كل درجات الحرارة على أساس بعدها أو قربها من الصفر المطلق.

إلا أن علماء «الصقيع»، الذين يتخصصون بدراسة درجات الحرارة الخفيضة في المختبرات، يؤكدون على أنه من غير الممكن فعلياً التوصل إلى درجة الصفر المطلق. إذ أن أي عملية تبريد تصبح أقل فعالية كلما اقتربت المادة من الصفر المطلق، نظراً لأن هذه العملية نفسها تستخدم الحركة الجزيئية من أجل إبطاء حركة جزيئية أخرى. إلا أن العلماء توصلوا إلى درجات حرارة توازي 0,0001 درجة أعلى من الصفر المطلق، وذلك من خلال تجاربهم على عينات من المطاط، مع استخدامهم للحقول المغناطيسية وللهيليوم السائل. وكذلك فقد استطاع هؤلاء العلماء التوصل إلى درجات برودة أقل تصل إلى مستوى 0,000001 درجة فوق صفر كلفين، من خلال إجراء تجاربهم على جزيئات فردية أصغر من ذرات المطاط.

ولكن ما الفائدة من هذه الدرجات الحرارية الخفيضة؟ الفائدة الأولى هي في افتعال ثورة في ميدان تقنية الكومبيوتر. فإن أجهزة الكومبيوتر التي يمكنها الاستفادة من العملية التي تعرف باسم «فرط الموصلية»، والتي لا تتم إلا عند درجات برودة أخفض من سبع درجات كلفين، سوف تكون أسرع بعشر مرات من أجهزة اليوم، ولن تستهلك سوى كمية ضئيلة من الكهرباء، كما أنها ستكون أصغر حجمًا بكثير من كومبيوترات اليوم. وأيضاً فإن هذه الأجهزة الحديثة سوف تستعمل نوعاً جديداً من الموصلات الكهربائية تعرف بـ «رباط جوزفسون»، وهي تعمل من دون مقاومة كهربائية، بعكس كل الأجهزة الالكترونية المعروفة اليوم. وسيكون بإمكانها أن تنتقل من نمط التشغيل إلى نمط الانطفاء بمعدل واحد على ستة تريليون من الثانية، الأمر الذي يشكل تحدياً لكل قوانين الفيزياء الكلاسيكية.

وتكون حالة «فرط الموصلية» ممكنة عندما تبرد بعض المواد لدرجة أن جزيئاتها الكبيرة،

مثل الذرات والجزيئات، تتوقف عن الذبذبة؛ الأمر الذي يسمح للالكترونات الصغيرة بالسفر براحة من دون التصادم مع الذرات القريبة. والواقع أن ذبذبة الجزيئات الكبرى هي التي تخلق المقاومة الكهربائية وهي التي تهدر الوقت والطاقة في أي نظام كهربائي. ومن هنا فإن جهاز كومبيوتر مزود بموصلات جوزفسون سوف يضم نحو مليون رباط موصل، وسوف يعمل بكفاءة فقط عندما يكون مغموراً بمغطس هيليوم سائل بدرجة حرارة تصل إلى أربع درجات كلفين، وذلك لإبقاء المدارات الكهربائية باردة كفاية.

؟

## كيف تعبر السفن قناة مائية صاعدة؟

عندما تكون القناة على شكل ممر مائي صاعد، فإن المهندسين المختصين يعمدون إلى بناء حوض مقفل أو عدة أحواض تمكن السفينة من العبور بسلام. ويكون الحوض المقفل على شكل سد مائي مغلق بواسطة بوابتين، واحدة في أعلى النهر والأخرى في أسفله. أما حجم هذا الحوض فيرتبط بأحجام السفن التي تستخدمه. ولهذا نجد في انكلترا مثلاً أحواض مقفلة صغيرة، يتراوح حجمها بين 72 قدماً طولاً و7 أقدام عرضاً. فيما يضم نهرا أوهايو وميسيسيبي في الولايات المتحدة أحواضاً تصل إلى 1200 × 110 أقدام.

وفي حال كانت السفينة تعبر القناة صعوداً، فإن مستوى الماء ضمن الحوض يجب أن يكون في بداية الأمر من مستوى الماء في الجهة الخفيضة من النهر، حتى يمكن للسفينة أن تدخل القناة. وما أن تصبح في داخل الحوض حتى تغلق البوابات، ويرتفع مستوى الماء بواسطة ممرات مائية في جانبي الحوض أو في أسفله. وعندما يصل المستوى إلى حدود الجهة العليا من النهر، تفتح بوابة هذه الجهة، وتسمح للسفينة بإكمال طريقها. وقد يتكرر هذا العمل عدة مرات حتى يمكن للسفينة أن ترتفع إلى مستوى الماء في الاتجاه الذي تتخذه.

ومع ذلك، فإن للأحواض المقفلة مساوىء عديدة. فالعملية بحد ذاتها بطيئة جداً. وتتطلب كميات ضخمة من الماء. ولهذا هناك طرق بديلة مثل الأسطح المائلة، التي تعوض عن الاختلافات الشاسعة في مستويات المياه بمسافات مقابلة قصيرة. وتتم هذه العملية عن طريق إخراج السفن الراغبة في عبور القناة من الماء ونقلها بواسطة شاحنات ضخمة إلى المستوى

المرغوب. ويصل أحد الأسطح المائلة في مسقط ماء «ترنت» في كندا إلى مسافة 58 قدماً؛ في الوقت الذي يمكن فيه لمر ماء كرسنويارسك في روسيا أن يؤمن خدمات النقل بهذا الأسلوب إلى السفن التي يبلغ وزنها حدود 1500 طن.

وأيضاً هناك أسلوب الحوض المقفل المتحرك، والذي يرتفع أو يهبط هو نفسه ميكانيكياً. ويشيع استعمال مثل هذه الأحواض في أوروبا. وتعمل مثل هذه الأحواض عن طريق مكابس مضخات هيدروليكية عالية الضغط، أو عن طريق نظام الحبال والأثقال المتوازنة المزودة بنظام تغيير سرعة كهربائي. ونجد مثل هذه المصاعد الكهربائية في انكلترا، تحت اسم مصعد اندرتون، وفي فرنسا تحت اسم لي فونتينيت، وهي تمكن السفن من الانتقال من أسفل النهر إلى أعلاه من دون تأخير.

؟

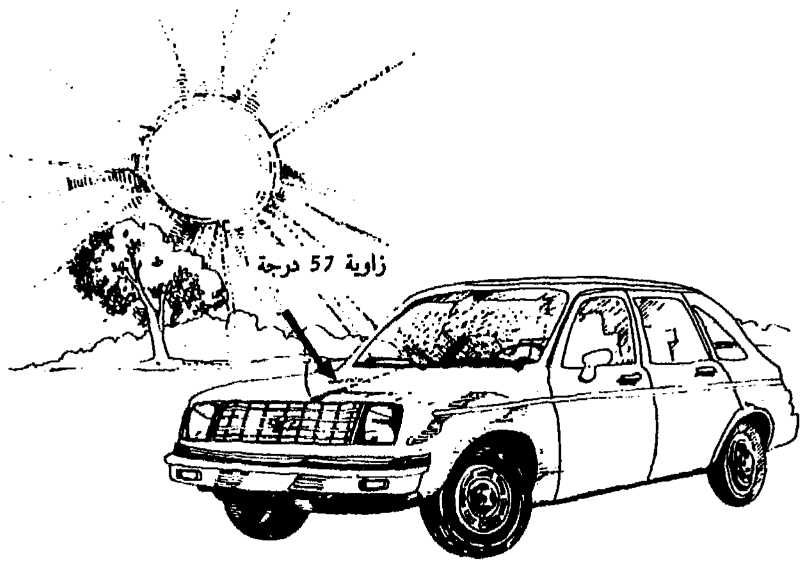
## كيف تحجب نظارات بولارويد الشمسية وهج الضوء دون أن تحجب المنظر نفسه

تحجب نظارات «بولارويد» (المستقطبة) وهج الضوء من حقل الرؤية عن طريق فلترة كل موجات الضوء الأفقية التي يصدر عنها هذا الوهج. وقد اخترع عدسات بولارويد أدوين هـ. لاند وهو في عمر 18 عاماً، عندما كان يعمل في مختبر أقامه في شقته المستأجرة في الحي الغربي بنيويورك. وفيما بعد أنشأ هذا الشاب شركة بولارويد، واخترع آلة التصوير الفورية التي تحمل الاسم نفسه، ودخل عالم الثراء.

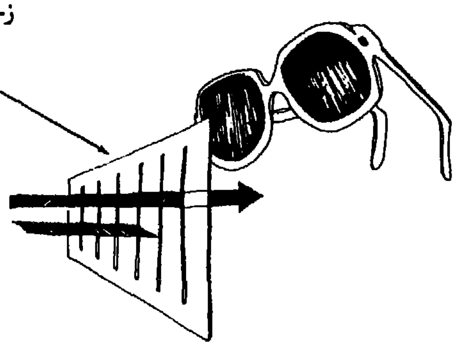
والمعلوم أن الضوء يسافر على شكل موجات مثله مثل كل أنواع الطاقة، وبالأخص طاقة الحركة التي تدفع الأمواج في المحيطات. إذ أن هذه الأمواج تتذبذب عامودياً، وتسجل حركة صاعدة وهابطة، وهي تندفع في اتجاه الشاطىء؛ وبإمكان أي شخص ضربته موجة بعلو ستة أقدام أن يشهد على صحة هذا القول. وكذلك فإن موجات الضوء الصادرة عن الشمس أو عن أي مصدر ضوئي عادي تتذبذب بكل الزوايا المختلفة: أي عامودياً وأفقياً وكل الزوايا بين بين.

وعندما ينظر أي إنسان في اتجاه الطريق العام المضاء بنور الشمس القوي، الذي ينعكس وهجه على الغطاء الأمامي للسيارة ويعمي السائق، فإن أغلبية هذا الضوء يضم نسبة عالية من الموجات الضوئية الأفقية. ويحصل هذا لأن الضوء الذي يضرب أي سطح عاكس بزاوية 57 درجة (وتعرف بزاوية بروستر) يتصفى أو يستقطبه السطح بحيث أن الموجات وحدها التي

تتذبذب بتوازٍ مع السطح ترتد باتجاه العين. وفي حال غطاء السيارة، فإن السبب الذي يجعل الموجات الضوئية الأفقية ترتد عليه هو كونه هو الآخر أفقياً. وطالما أن الضوء المستقطب لا يمر عبر طبقة الدهان الذي يصبغ الغطاء، فإنه بكل بساطة ينعكس عليه، ويظل على اللون نفسه الذي ولدته الشمس، وهو الضوء الأبيض الوهّاج.




تحجب عدسات بولارويد كل موجات الضوء الأفقية التي تسبب الوهج. وتنسكب أشعة الشمس في كل الاتجاهات؛ فتضرب بعض موجات الضوء غطاء محرك السيارة بزاوية 57 درجة (أو ما يعرف بزاوية بروستر)، وتشكل ما يعرف بالوهج




تشتمل عدسات بولارويد على شقوق طولية تسمح للموجات العامودية بالمرور بينما تحجب الموجات الأفقية التي تصنع الوهج

وتضم عدسات بولارويد الشمسية عدداً من الخطوط الطولية تبلـغ سماكتها نحو جزء من مليون من الانش، بحيث تستقطب الضوء العامودي، وتمنـع ما عداه من العبور. وتتم عملية تضليـع العدسية عن طريق شد طبقة رقيقة من البلاستيك الطري والمسخن، بحيث تتشقق على شكل أضلاع طويلة. بعد ذلك يضاف صباغ متشرب للضوء إلى البلاستيك بحيث يملأ مساحته كاملة.

وتحجب هذه المادة الوهـج القادم من الأسطـح الأفقية لسبب بسيط وهو أن موجات الضوء الأفقية التي تنعكس وفق زاوية بروستر تعجز عن التسرب عبر أضلاع العدسة. ونظراً لأن أهم الأشياء التي نراها تتحرك أفقياً (مثل الطرقات، والأرض، ووجه الماء)، فإن العدسة المستقطبة عامودياً تحجب بالتالي أسوأ الوهـج. ويمكننا الرؤية بوضوح عبر هذه العدسات لأنه يبقى من الموجات الضوئية العامودية ما يكفي لعبور العدسات وتمكين الرؤية.

وبإمكان أي شخص القيام بتجربة عدسات بولارويد بنفسه، وذلك بزيارة أحد المحلات التي تبيـع مثل هذه النظارات. ويكفي أن يضـع هذا الشخص زوجاً من هذه النظارات على عينية، ثم يمسك بزوج آخر أمام الزوج الأول وكأنه ينوي وضعه هو الآخر. والملاحظ هنا أن الزوج الثاني من العدسات يعكس الرؤية بوضوح تماماً كالأول، وهذا لأن الشخص لا يرى سوى الموجات العامودية التي أمكنها عبور العدسات. ولكن، إذا قام الشخص بقلب الزوج الثاني من العدسات على جانبه، فإن هذه العدسات تبدو سوداء تماماً. ذلك أنها لا تعكس سوى الموجات الأفقية، فيما الزوج الأول لا يعكس سوى الموجات العامودية. وبهذا فإن أي إشعاع على الاطلاق لا يعبر تجاه العين، ذلك أن الزوجين من العدسات استقطبا كامل الضوء.

## ؟
## كيف يُحتَسب الناتـج القومي العام؟

يعتبر الناتـج القومي العام (GNP) الدالة الأساسية لتقدم النشاط الاقتصادي في دولة ما. ويعرّف هذا الناتـج بأنه مجموع القيمة المالية لكامل المنتوجات النهائية والخدمات خلال فترة معينة من الزمن، تقدر عادة بسنة.

وتقاس القيمة المالية لأية سلعة بقيمتها في السوق، أو ما يرغب المستهلك بدفعه مقابلها. وبإمكان أي مستهلك مثلاً أن يدفـع مبلـغ 30 دولار مقابل زوج أحذية، رغم ظنه أنه يساوي

أكثر من ذلك؛ كما بإمكان هذا المستهلك نفسه أن يعتقد أنه دفع أكثر مما يساوي زوج أحذية، مصنوع من جلد مقلد رخيص؛ إلا أن اعتقاده هذا في الحالين لا يقدم ولا يؤخر. فالمبلغ الذي دفعه فقط مقابل زوج الأحذية هو الذي يضاف على الناتج القومي العام.

والآن، فإننا عندما نتحدث عن المنتوج النهائي، فإننا نقصد بذلك المنتوج الذي ابتاعه المستهلك نفسه. بمعنى أن عمليات البيع الوسيطة لا تحتسب في الناتج العام. ولو حدث واحتسبت لأصبح الناتج الاقتصادي مضاعفاً وأكثر. وعلى سبيل المثال، فإن عملية شراء شركة الغاز لتلك المادة من الشركة التي تستخرجه لا تدخل ضمن الناتج القومي. فقط عملية مبيع الغاز من الشركة إلى المستهلك هي التي تحتسب.

وبالمنطق نفسه، يمكن القول إن قيمة الناتج القومي العام تعكس قيمة البضائع والخدمات التي حصلت في سنة معينة. فإذا أقدم أحدهم مثلاً على شراء سيارة فورد من طراز 1970 بسنة 1980، فإن هذه العملية أيضاً لا تحتسب؛ وكذلك الحال بالنسبة لعملية شراء أو بيع منزل. إلا أن الناتج العام في هاتين الحالتين يتضمن الربح الذي جناه وكيل شركة بيع السيارات، وكذلك العمولة التي تقاضاها الدلال الذي أشرف على عملية بيع المنزل.

وكذلك الأمر، فإنه ليس بإمكان أخصائيي الاحصاء أن يضيفوا إلى الناتج العام قيمة البضائع والخدمات التي لا تمر عبر السوق النظامية، أي مثلاً أموال القمار غير المشروع في شيكاغو (ولكن ليس في لاس فيغاس)، أو الأموال العائدة من عمل يؤديه الانسان لنفسه في وقت فراغه.

ولكن ماذا عن البضائع التي تنتجها شركة ما ولا تبيعها، أو تخزنها في مستودعاتها؟ والواقع هو أن هذه البضائع تضاف إلى القيمة الإجمالية للناتج القومي وكأن هذه الشركة ابتاعت بنفسها البضائع التي أنتجتها.

وتطرح المنتوجات الاستثمارية مشكلة إضافية. فالآلات والمعدات التي تستخدمها مصانع الإنتاج لا تباع إلى المستهلك، ولكنها على أي حال تعتبر منتوجات نهائية، تستعملها الشركات التي ابتاعها.

وتكون الوسيلة المعروفة لقياس الناتج القومي لعام هي بإضافة الكميات الأربع التالية:

1 ــ استهلاك المنتجات النهائية والخدمات.

2 ــ الاستثمار الإجمالي المحلي الخاص، وهو يضم استثمارات الشركات في المصانع والمعدات، ومعدات البناء، واستثمار البضائع.

3 ــ المشتريات الحكومية، وهي تضم مرتبات الموظفين الحكوميين، والمشتريات العسكرية، وآلات الطباعة في المكاتب الحكومية، وغيرها. لكن ذلك لا يشتمل على الأموال المنقولة، التي تشكل الجزء الأكبر من الانفاق الحكومي، والتي هي مجرد عملية نقل الأموال من مصدر لآخر، مثل الهبات الحكومية، والضمان الاجتماعي، وتعويضات البطالة، والمساعدات العامة.

4 ــ صافي الصادرات، أي الصادرات الإجمالية ناقص الواردات.

والجدير بالذكر أن عملية الحصول على هذه الأرقام الأربعة هي عملية مختلفة تماماً. وتتولى مجموعة من الخبراء العاملين لدى قسم الدخل القومي والثروة الوطنية التابع لمكتب التجارة والتحليل الاقتصادي الأميركي، بتجميع هذه الأرقام الضخمة على أساس شهري أو سنوي. وتعتمد هذه المجموعة في عملها بشدة على الوكالات الأخرى، مثل مكتب الإحصاء الذي يضم آلاف الموظفين، وعلى الدراسات الوطنية المسحية. ويقوم مكتب الإحصاء كل خمس سنوات (أي السنوات التي تنتهي اما برقم 2 أو 7) بإرسال استمارات استطلاعية إلى باعة الجملة، والمفرق، والصناعيين، وشركات البناء، والصناعات الزراعية، وغيرها، من أجل الحصول على معلومات مكثفة حول طبيعة المواد المنتجة وكمياتها، وحول عمليات الشراء والمبيع الوسطية والنهائية. وتؤمن هذه المعلومات الإحصائية الأساس لعناصر الناتج القومي. إلا أن هذه الأرقام الخمسية (كل خمس سنوات) لا تكفي وحدها لابقاء الخبراء الاقتصاديين، والسياسيين، ورجال الأعمال، والمواطنين العاديين، على اطلاع على القيمة الإنتاجية للدولة، ولهذا فإن معلومات إضافية تجمع سنوياً، أو على فترات دورية، تتراوح بين 15 يوماً، و 45 يوماً، و 75 يوماً. وبشكل عام، فإن المعلومات المجمعة على مدى شهر أو شهرين تدخل في تقديرات فترة الـ 15 يوماً، فيما أن فترة الـ 45 يوماً تحتاج إلى ما يقارب الثلاثة الأشهر، وفترة الـ 75 يوماً تتطلب الإحصاءات الربع سنوية.

وفيما يتعلق بمجال نفقات المشتريات الفردية، فإن غرفة التجارة تستقي أغلب معلوماتها من نشرة مكتب الإحصاء التجارية الشهرية ومن مصادر تجارية أخرى، مثل المنشورات التجارية. فمن أجل تقدير حجم مبيعات السيارات الجديدة مثلاً، يقوم خبراء الاحصاء بتسجيل المبيعات الفردية كما يستقونها من المصادر التجارية على مدى ثلاثة أشهر (والمعلوم هنا أن معدل المبيعات الفردية على مدى شهرين يعطي تقديرات فترة الـ 15 يوماً، فيما أن معدل المبيعات في ثلاثة أشهر يعطي تقديرات فترة الـ 45 يوماً). ويرتكز معدل المبيعات الفردية على لائحة المصادر التجارية، وعلى أرقام دائرة الإحصاءات العمالية. هذا ويتم تقدير حجم المبيعات إلى القطاع العام وإلى الشركات بشكل منفصل، ثم تطرح هذه التقديرات من بعضها للوصول

إلى حجم المبيعات الفردية. وكذلك فإن الأرقام الصادرة عن إحصائيات فترة الـ 45 يوماً والفترات الفصلية تستخدم من أجل استكمال التقديرات السنوية. ويتم تحديد الأرقام الفصلية الخاصة بصناعة التبغ من خلال الضرائب التي تفرضها عليها مصلحة العائد الداخلي. وكذلك فإن عوائد الفنادق والموتيلات تقدر فصلياً من قبل مكتب الاحصاء، وسنوياً من خلال السجلات المستقاة من المصادر التجارية. أما في حقل الخدمات الصحية، مثل المياه، فإن الأرقام الخاصة بهذا الحقل تقدر فصلياً عبر «النمط» السابق، أي بمعنى أن الأرقام القديمة تستخدم للحصول على الأرقام الجديدة في حال كانت هذه الأخيرة متعذرة. وتبقى أرقام شركات الغاز، والتلفون، والتلغراف، والكهرباء، وهذه كلها يتم الحصول عليها من المصادر التجارية. وتساعد الوكالات التنظيمية، والمعلومات الضرائبية المستقاة من المسحيات الإحصائية الخاصة بالدولة والخزينة على قياس حجم مبيعات مختلف المنشآت الحكومية.

وتشكل الحكومة شبكة معلومات إضافية واسعة، وبخاصة عبر مكتب حسابات دائرة الخزينة الأميركية، الذي يقوم شهرياً بحساب البيانات الخزينية عبر النفقات الكاملة لمختلف الدوائر الحكومية. ولهذا فإن كل دائرة من الدوائر الحكومية تقوم سنوياً بكتابة التقارير التي تظهر حجم النفقات المفصلة، مثل النفقات الدفاعية والعسكري، والتي تشمل الأموال المنفقة على صناعة الدبابات، والطائرات، والسفن الحربية، وغيرها...

ويقوم مكتب الإحصاء، إضافة إلى ذلك، بتسجيل مستوى الاختلاف بالمعدات الصناعية، وفي حالة المزارع، فإن دائرة الزراعة الأميركية تتولى هذه المهمة. وكذلك الأمر فإن المكتب يتولى مراقبة البضائع المستوردة والمصدرة. وأخيراً، فإن الناتج الأخير الذي يهتم به مصلحة الضرائب هو الفائدة التي تجنى عبر حسابات التوفير المصرفية، فتقوم المصلحة بتحويل الإحصائيات حوله إلى مكتب التحاليل الاقتصادية، مثلها مثل بقية المصالح والوكالات.

؟

## كيف يولّد الأرغن الهوائي الصوت؟

من الصعب أن يتخيل الانسان، وهو يستمع إلى عازف الأرغن يلعب إحدى مقطوعات باخ الشهيرة التي تهز أعمدة الكنيسة، أن هذا الصوت الضخم يولده الهواء. لكن العلم يكشف بالفعل أن الأرغن الهوائي يصدر الأصوات فقط عندما تتذبذب كمية الهواء المحتجزة داخل أحد

أنابيبه. وفي الماضي، عندما لم تكن الكهرباء معروفة لدى الناس، كان أحدهم يدير مجموعة من المنافخ التي تعمل على تأمين الهواء للأرغن. واليوم يظل المبدأ نفسه هو الطاغي، إلا أن آلة نافخة دوارة تعمل بواسطة الكهرباء هي التي تؤمن الهواء عند مستوى ضغط ثابت.

ويتألف الأرغن المبسط من مجموعة واحدة من الأنابيب، بمعدل أنبوب واحد لكل نوتة موسيقية. ولكن، وبغرض إصدار مجموعة منوعة وملونة من الأنغام، فإن أغلب هذه الآلات الموسيقية يملك عدة مجموعات، تسمى بالموقفات أو المسجلات، وتكون متصلة بصدر الهواء. وما أن يضغط أحد مفاتيح الأرغن، حتى يفتح أحد الصمامات المطلوبة، مما يسمح بدخول موجة من الهواء بداخل الأنبوب. والواقع أن هذا العامود من الهواء المتذبذب، الذي تتحرك جزيئاته صعوداً وهبوطاً في الأنبوب بشكل متواز مع طوله، هو الذي يصدر الصوت. وكما هو الحال في آلة البيانو، فإن طول الأنبوب يؤدي إلى خفض طبقة الصوت. ولذلك فإن الأنبوب الخاص بالنوتة «C» تحت «C» الوسطى، يساوي ضعف طول الأنبوب الخاص بالنوتة «C» الوسطى نفسها.

؟

## كيف يحافظ الترمس على سخونة القهوة، أو برودة عصير الليمون لساعات

تقول نظرية التبادل التي وضعها بريغوست، أن أبرد جسمين يمتص دائمًا الحرارة من الآخر حتى يصبحا متساويين في درجة الحرارة. وبحسب هذه النظرية، فإن من الطبيعي أن تخسر القهوة سخونتها أو العصير برودته وهو بداخل الترمس، لولا أن تصميمه يحول دون تبادل الحرارة بين الداخل والخارج، وذلك عن طريق منع انتقال الحرارة عبر الوسائل الثلاث المعروفة: الوصل الحراري، الحمل الحراري، والإشعاع.

ويتألف الترمس العادي، المصنوع اما من المعدن أو البلاستيك، من حاوية داخلية من الزجاج المزدوج. وليس هناك سوى الفراغ بين الطبقتين الزجاجيتين اللتان تلتحمان عند العنق. وتستخدم مادة الزجاج بداخل الترمس لأنها ناقل سيء للحرارة ـ بعكس المطاط ـ بمعنى أن الحرارة تنتقل ببطء من جزيئة إلى أخرى داخل الزجاج. أما سدة الترمس وقاعدته فهما مصنوعتان من الفلين الذي يعتبر كذلك الأمر ناقلاً سيئاً للحرارة. ويحد الفراغ الموجود بين طبقتي الزجاج من هروب الحرارة من الترمس عبر وسيلة الحمل الحراري، وهي وسيلة انتقال

الحرارة عن طريق حركة المادة الساخنة من مكان إلى آخر في السائل أو الغاز. ولكن، طالما ان بإمكان الحرارة أن تنتقل عبر الفراغ بواسطة الإشعاع الحراري، فإن طبقتي الزجاج تدهنان بمحلول فضي من الألمنيوم، الذي يعكس الإشعاعات الحرارية ولا يتشربها.

وكان السيد جيمس ديوار هو أول من اخترع الترمس، أو «زجاجة الفراغ» في العام 1885، بغرض عزل الحرارة عن الغاز السائل الذي كان يجري تجاربه عليه. والواقع أن ذكاء هذا المخترع هو الذي يسمح للإنسان اليوم بالاستمتاع بنزهات شهر أيلول/يوليو، وبمباريات الفوتبول في شهر كانون الأول/ديسمبر.

؟

## كيف تفتح أبواب المصاعد المزودة بـ «العين السحرية»؟

يعتبر «أبوا القنبلة الذرية»، ألبرت إينشتاين وماكس بلانك، هما المسؤولان أيضاً عن تطوير اختراع أبواب المصاعد التي تفتح تلقائياً عندما يحاول أي شخص أن يدخل المصعد في الوقت الذي يغلق فيه الباب. إذ أن هذين العالمين شرحا كيف أن الضوء الساقط على بعض الأجسام يغيرها من حالة ضعف إيصال الكهرباء إلى قوة إيصالها. وقد أدت الأبحاث في مجال طبيعة الكهرباء، والتي تلت حديث إينشتاين وبلانك عن «الفعل الضوئي الكهربائي»، إلى اختراع الخلية الضوئية (التي تسمح لمحرك باب المصعد بأن يتشرع مجدداً إذا ما حاول أي إنسان دخوله والباب في طور الانغلاق).

ولا بد أن البعض قد لاحظوا، وهم يدخلون المصاعد الأوتوماتيكية، شعاع ضوء كهربائي ضعيف بعلو ساق الإنسان، يمتد من جهة إلى الأخرى، باتجاه عين كهربائية متلقية للضوء في جهة اليمين. فإذا ما وضع الإنسان يده أو جسمه أمام الضوء، ليحول دون وصوله إلى الضفة الأخرى، فإن باب المصعد لن يغلق أبداً. ويكون الجهاز المتلقي للضوء عموماً مصنوعاً من نوع من المعدن يُعرف بـ «ناقل الكهرباء الجزئي»، ويتألف من السيليكون، والكاديوم (وهو عنصر أبيض يشبه القصدير، والزرنيخ، والجرمانيوم. وهذه المواد تنقل التيار الكهربائي في بعض الأحيان، وفي أحيان أخرى تمتنع عن ذلك، بحسب تواتر الضوء الذي ينصب عليها.

ومن المعلوم أن الكهرباء هي عملية تدفق الالكترونات بحرية. ويشبه العلماء الالكترون على أنه جزيئة صغيرة تدور حول ذرة معينة، تماماً كما يدور القمر في فلك الأرض. ولكن نواة

ذرات بعض المعادن تنجذب نحو بعضها بشدة، وفق نمط نظامي يعرف بالكريستال، فيما تتحرك الالكترونات الحرة عشوائياً بداخل الهيكلية كلها. ويعد الحديد و النحاس من بين هذه المواد التي تنقل الكهرباء بشكل جيد، ذلك أن الكتروناتها السابحة عبر شبكة الكريستال تصطدم بسهولة ببعضها، مما يجعلها تنتقل من نقطة لأخرى (في سلك على سبيل المثال).

لكن معادن أخرى تختلف عن هذا النمط. إذ عندما تتحول إلى نمط الكريستال، فإنها لا تترك الكتروناً واحداً شارداً، بل تبقيهم في مدارات نواة بعض الذرات المعينة. ولهذا تعتبر هذه المعادن ناقلة سيئة للكهرباء، طالما أنها لا تترك الحرية لالكتروناتها لكي تنقل دفق التيار. ويعد معدن الجرمانيوم من بين هذه المعادن في الظروف العادية، ولكن إذا ما أصابه ضوء بتواتر معين، فإن ذلك يؤدي إلى دفع الكتروناته للانطلاق بحرية بواسطة قوة الطاقة، وبالتالي يحوله إلى معدن ناقل للكهرباء.

ويؤكد اكتشاف بلانك، الذي أكده إينشتاين لاحقاً، أن الضوء يتألف من جزيئات طاقة تعرف بالفوتون، وهي تتذبذب على موجات مختلفة. ويضيف بلانك أنه كلما كان علو تواتر الفوتون أو سرعة ذبذبته كلما زادت قدرته على دفع الالكترون بعيداً عن نواته. وعلى هذا الأساس فإن الحاجة تختلف بين عنصر وآخر لدفعات الطاقة الكافية لهذه العملية، وكل ما هو دون الدفعة المطلوبة يبقى عاجزاً عن تحريك الالكترونات.

وتستجيب الأجهزة الحساسة في المصعد الكهربائي الأوتوماتيكي عموماً إلى التوترات القريبة من الضوء المنظور. وهي تعمل وفق الترتيب التالي: عندما يكون المصعد في حالة الانتظار، تكون الأبواب مغلقة، وهي تتطلب دوران المحرك الكهربائي من أجل فتحها. ويعمل التيار الكهربائي الموصول بعملية فتح أبواب المصعد عن طريق كبسٍ كهربائي تقليدي، ينطفىء طالما أن الكهرباء لا تصل الأبواب. ولا يعمل هذا الكبس إلا بواسطة ميكانيكيتين مختلفتين: الأولى ترتكز على ساعة توقيت تبدأ بالعمل عند فتح الأبواب لمدة ثوان كلما توقف المصعد عند طابق معين؛ والثانية ترتبط بجهاز الأمان المرتكز على مبدأ الخلايا الضوئية.

ويتألف هذا الجهاز الأخير من كبس كهربائي موصول بكبس ثان: ويتولى هذا الكبس مهمة فتح أبواب المصعد، إلا عند إطفائه عن طريق كهرومغناطيسي يسمى بـ«المرحِّل»، والذي يمر عبر كريستال الجرمانيوم في متلقي الخلايا الضوئية في الضفة اليمنى من الباب. وطالما أن الضوء يصل المتلقي، ويبقي إلكتروناته في حالة الهيجان بحيث يحافظ على مرور التيار الكهربائي، فإن «المرحل» يبقي الأبواب في حالة الانغلاق، أو في حالة انتظار الانغلاق ما أن تسمح ساعة التوقيت بذلك. ولكن عندما ينقطع الضوء بفعل دخول شخص ما المصعد، فإن إلكترونات الجرمانيوم تفقد طاقتها، وتعود لتلتحق ببنية الكريستال، مما يؤدي إلى خسارة

الجرمانيوم فجأة لطبيعة الموصلة للكهرباء، وقطع التيار. وبالتالي فإن الكهرومغناطيس يكف عن العمل، ويفتح المجال أمام محرك أبواب المصعد الكهربائي للعمل، وفتح الأبواب، والحؤول دون انغلاقها في وجه الشخص الداخل إلى المصعد.

؟

## كيف تُبَث الأفلام الثلاثية الأبعاد على التلفزيون؟

ينظر بعض الناس إلى جهاز التلفزيون نظرة أكثر واقعية من العالم الحقيقي، فيما آخرون يعبرون عن غبطتهم بكل بساطة للتقدم التقني الذي حققه حقل البرامج التلفزيونية، بالأخص لجهة الألوان. ولكن، ومهما كان السبب الذي يتعلق من أجله الناس بأجهزة التلفزة، فإن الرغبة بتحقيق تقدم إضافي في هذا المجال، لا تزال هي السائدة. ومن هنا ينبع الاهتمام بالصور التلفزيونية ذات الأبعاد الثلاثة، والذي يأخذ بالانتشار في اليابان واستراليا، وحالياً في الولايات المتحدة.

ومن المعلوم أن الأعين تلاحظ العمق في الصورة لأنها ترى صورة معينة بكل عين وفق زاوية مختلفة تقريباً. وبما أن العينين تبعدان عن بعضهما بمسافة إنشين ونصف الإنش تقريباً، فإن صورتين تنطبعان على الشبكية قبل أن تنتقلا إلى الدماغ وفق رؤية واحدة. وعلى هذا الأساس، فإن أولى الأفلام الثلاثية الأبعاد التي صورت في الولايات المتحدة، لجأت إلى استخدام آلتي عرض متواقتتين تبثان صورتين لمشهد واحد تم التقاطه من موقعين مختلفين. وطالما أن هذين الموقعين كانا يبعدان عن بعضهما المسافة نفسها تقريباً التي تبعدها العينان، فإن المشاهد كان يتلقى المشهد في دماغه كما يتلقى أي مشهد عادي آخر في العالم الحقيقي. لكن الصورتين في الواقع كانتا متراكبتين فوق بعضهما؛ كما أن أحد جهازي العرض كان مزوداً بفلتر أحمر، والآخر بفلتر أخضر. ولذلك، كان المشاهدون بدورهم يضعون على أعينهم نظارات سلوفانية مزودة بعدسة حمراء وأخرى خضراء. مما يجعل العين الناظرة من خلال العدسة الحمراء عمياء للصورة الخضراء الناتجة عن الفلتر الأخضر، والعكس بالعكس. وبهذا كان يمكن للمشاهد عبر هذا النظام أن يميز زوج الصور الذي يبثه الجهازان، مما يسمح له بمشاهدة الصورة بأبعادها الثلاثة.

وفيما بعد، فقد استبدلت النظارات السلوفانية بأخرى مستقطبة وبفلترات من النوع نفسه. ويقوم الفلتر المستقطب باحتجاز كل الاشعة الضوئية ما عدا تلك التي تسافر بالاتجاه نفسه الذي تأخذه جزيئاته. ولهذا، فإن آلة العرض الأولى تزود بفلتر مستقطب عامودي، والأخرى

بفلتر أفقي. وتقوم النظارات المزودة بعدسة مستقطبة عامودية وأخرى أفقية بفصل زوج الصور المجسامية التي تتراكب على الشاشة، مما يعطي للمشهد عموماً بعده المطلوب.

لكن الأنظمة التلفزيونية الثلاثية البعد التي تستخدم خارج الولايات المتحدة تعتمد على الرؤية الوهمية عوضاً عن الرؤية المجسامية. ويرتكز أحد أنظمة الوهم النفسي البسيطة، التي توفر الرؤية الثلاثية الأبعاد، والمعتمدة في اليابان، على مبدأ بندول «بلفريخ». والملاحظ علمياً بهذا الخصوص أنه لو قمنا بتغطية إحدى العينين بفلتر رمادي، وتركنا البندول يتأرجح أما العين، فإننا لسبب ما نرى البندول وهو يرسم مساراً بيضاوياً. ولهذا فإن على مشاهدي هذا النظام على التلفزيون أن يضعوا نظارات مزودة بعدسة زجاجية عادية وأخرى ذات فلتر رمادي. لكن المشكلة في هذا النظام أنه يتطلب من الممثلين أن يتحركوا باستمرار على الشاشة، وإلا فقد المشهد بعده الثلاثي.

ومن ناحية أخرى، فإن استراليا هي أيضاً تعتمد نظاماً غير مكلف يعرف بتقنية الرؤية الرقمية، يؤدي هو الآخر غرض الرؤية الثلاثية البعد. ووفق هذا النظام يكون المشهد الأساسي في الفيلم واضحاً فيما خلفيته مشوشة عمداً. وبالإضافة إلى ذلك فإن الألوان في الخلفية تمنح لوناً أحمر (عبر وسيلة فصل الألوان) من جهة وأخضر مزرق، أو أزرق داكن من الجهة الثانية؛ فيما تكون الألوان الثانوية معكوسة. والواقع أن المشاهد يستمر في رؤية المشهد ببعد ثنائي حتى يضع على أعينه نظارات ذات عدسات ملونة بالأحمر والأزرق الداكن. وعندها فقط تترجم التنوعات في الألوان إلى تنوعات في عمق الصورة.

ومن المتوقع مستقبلاً أن تؤدي تقنية الخطوط، التي تستخدم شعاع ضوء الليزر لانتاج صور واقعية مذهلة، إلى استحداث نمط جديد من الصورة التلفزيونية المنمقة ليس له مثيل.

؟

## كيف تُحفَر الأنفاق تحت الماء؟

هناك طريقتان أساسيتان لحفر الانفاق تحت الماء من دون مواجهة مشكلة الطوفان وانهيار الجدران.

وكان النظام الذي بني به نفق «التيمس» في منتصف القرن التاسع عشر يضمن بأن ضغط الهواء في داخل النفق يزيد على ضغط الماء في خارجه، مما يحول بدوره دون طوفان الماء

فيه. وتكون الخطوة الأولى بإغلاق أطراف النفق ببوابات ضخمة محكمة الإغلاق. ثم توضع الأدوات الضرورية، مثل الدروع، والأجهزة الناقلة للركام، وبخاصة العربات، وأبواب الفصل، بداخل النفق؛ فيما يتحرك العمال فيه جيئة وذهاباً، بعد المرور طبعاً بغرفة تعديل الضغط. ويتم ضخ الهواء في النفق حتى يصبح الضغط في الداخل أعلى منه في الخارج. وبالإضافة إلى ذلك، فإن جدران النفق تطلى بالأسمنت، وبالسوائل الحُمرية، وبمحلول الملح اللزج، من أجل زيادة مقاومة الضغط. ولكن عندما يشكل الطين الناتج عن عملية الحفر مشكلة في النفق، فإن حواجز مائية مؤقتة توضع فوقه، وتتدلى منها أنابيب تحقن بخليط من الأسمنت القاعي الملحي، الذي يتحول بعد جفافه إلى حاجز منيع للماء. أما الماء الذي يكون قد ترشح في تلك الأثناء، فيتم ضخه إلى الخارج، ثم تشيد الحواجز المنيعة في وجهه.

أما الأسلوب الثاني الحديث لبناء الأنفاق تحت الماء، فيكون عبر تركيب أجزائها على اليابسة، ثم انزالها إلى قعر الماء. وقد بني بهذه الطريقة نفق متروباريس الذي يمر تحت نهر «السين» في العام 1910، وكذلك نفقاً «شيزابيك باي» و«ايج رود» في أمستردام. وتتطلب هذه الطريقة بناء أجزاء النفق، التي تكون مصنوعة من الأسمنت أو المعدن، ويبلغ طولها نحو 200 قدم، ثم انزالها في الماء فوق أثلام محفورة. وتكون الخطوة التي تلي ذلك بإزالة الأبواب الحاجزة المؤقتة ما بين أجزاء النفق، ثم تلحيم المفاصل بعضها ببعض. وتملأ الأثلام بالإسمنت حتى يثبت النفق أكثر، وكذلك تنشأ الدعامات الارتكازية من أجل معادلة ثقل النفق عند كل أجزائه. وقد استعملت هذه الطريقة في البناء لأول مرة في نفق «روتردام» بهولندا، حيث وضعت كل قطعة من النفق فوق أربع ركائز. وقد حملت هذه الركائز رؤوساً مزيفة ومجوفة. وبعد إنزال قطعة النفق تحقن هذه الرؤوس بمادة الأسمنت فترتفع على علو النفق المطلوب.

؟

## كيف يدخل الهواء إلى نفق بطول ميلين؟

عندما تدخل النفق نحو خمسة آلاف عربة، بين سيارة، وشاحنة، وباص، بالساعة الواحدة، فإن من الضروري التخلص من الدخان الذي تفرزه هذه العربات، والذي يحتوي على غاز الكربون الآحادي الأكسيد الضار للصحة. والطريقة الوحيدة لذلك هي بالتهوئة الصناعية. وتتطلب الأنفاق ذات الاتجاهين نحو 150 قدم مكعب من الهواء النظيف بالدقيقة الواحدة، فيما تحتاج الأنفاق الرباعية الاتجاه إلى ضعف هذه الكمية.

وكان أول نفق يستخدم وسيلة التهوئة الصناعية هو نفق «هولند» في نيويورك، والذي أنشأ في العام 1927. ويمر هذا النفق المزدوج، البالغ طوله 1,6 ميلاً، تحت نهر «هدسون»، بين مانهاتن ونيوجرسي، على عمق 93 قدماً. وتتولى أربعة أبراج لتوليد الهواء الصناعي (اثنان عند كل جهة من النهر) مهمة دفع الهواء النقي عبر شقوق في النفق باتجاه أقنية تمتد تحت كل أرضية طريق. ويدخل الهواء هذه الأقنية بسرعة 60 ميلاً بالساعة، حيث يتجه نحو ممرات واسعة على طول النفق. ويتسرب الهواء، عبر نظام للهواء الصاعد، من خلال فتحات على جانبي الطريق. وتخضع هذه الفتحات للتحكم عبر نقطة التحكم المركزية من أجل تحديد كمية الهواء الضرورية بحسب كثافة السير. وكذلك الأمر فإن الدخان المتسرب من السيارات والهواء العفن تشفطه فتحات أخرى في سقف النفق، ويمر عبر مداخن باتجاه الأبنية الخاصة بالنفق عند طرفي النهر، ومنها يخرج إلى الجو. وفي ساعة الزحمة، يغير هذا النظام الهواء في النفق كل 1,5 دقيقة.

وهناك وسائل أخرى لتهوئة الأنفاق، مثل النظام الطولي، الذي يعمل به نفق «سانت كلاود» في باريس، والذي يسحب الهواء عبر فتحات في طرفي النفق، ثم يدفعه إلى الوسط عبر مراوح ضخمة. وهناك نظام آخر يستخدمه نفق «مرسي» في ليفربول، انكلترا، ويتركز على إدخال الهواء عبر الأطراف (كما في نفق هولند)، فيما يتسرب الهواء العفن عبر فتحات للتهوئة في نهايتي النفق. أما نفق «فلسن» في هولندا فيعمل بحسب نظام دفق الهواء المتعاكس، بحيث تكون المراوح الدافعة للهواء والشافطة له موجودة عند طرفي النفق المتقابلين.

## ؟

## كيف تُكتشف إذا كان أثر ما يعود إلى ألف سنة قبل المسيح أو ثلاثة آلاف سنة قبله؟

عندما يتفحص عالم الآثار قطعة فنية نادرة، فإن معرفة الفترة الزمنية التي تنتمي إليها هذه القطعة تكفي؛ إلا أنه في أغلب الحالات، يطلب من هذا العالم تاريخاً زمنياً محدداً وفق معيار قياسي معين. وترتكز عملية تحديد التاريخ الزمني بكل أوجهها على التغيير الحاصل في ظاهرة طبيعية. ومن خلال معرفة نسب التغيير وكميته، يمكن لهذا العالم أن يحسب السنوات التي مضت منذ بداية التغيير.

وتعتبر إحدى أقدم التقنيات المعروفة في هذا المجال، والأكثر شيوعاً، تلك التي ابتكرت في الخمسينات من هذا القرن، وارتكزت على التأريخ وفق الاشعاع الكربوني. وقد نشأ مبدأ هذه التقنية مع قيام ويلارد ف. ليبي، وهو من الحائزين على جائزة نوبل، بأبحاث حول تأثير

الاشعاعات الكونية على الأرض ومناخها. والمعلوم أن الجزيئات المعروفة بالنيوترون تنتج عن فعل دخول مثل هذه الاشعاعات مجال الأرض. وتتسبب هذه النيوترونات بعملية تحول في نواة أية ذرة تصطدم بها. ورغم أن النيوترونات نفسها لا تتغير، إلا أنها تتفاعل مع النيتروجين ــ 14 لتعطي نظير الكربون، الكربون ــ 14، المشع. ويتفاعل هذا الكربون الجديد بدوره مع الاكسجين الجوي ليعطي ثاني أكسيد الكربون، الذي يدخل هو أيضاً دائرة الكربون البيولوجية. وبينما تتحلل المواد الغنية بالكربون في مياه المحيطات، يتسرب ثاني أكسيد الكربون إلى داخل النبات عبر التركيب الضوئي، قبل أن تأكله الحيوانات.

إلا أنه عند موت المادة العضوية، ولا يعود هناك ما يعيل ذرات الكربون ــ 14، تتحلل هذا الأخير مجدداً إلى نيتروجين ــ 14. ويبلغ مدى نصف حياة الكربون ــ 14، أي الوقت الذي يفقد فيه الكربون نصف حياته الاشعاعية، 5730 سنة. بعدها تخرج عن هذا العنصر جزيئة «بيتا» (وهي عبارة عن الكترون أو الكترون موجب تقذف به نواة الذرة أثناء الموت الاشعاعي). ومن خلال حساب عدد اشعاعات بيتا الصادرة بالدقيقة الواحدة وبالغرام الواحد من المادة تحتسب حياته النصفية. ويصدر الكاربون ــ 14 الحديث 15 جزيئة بالدقيقة وبالغرام؛ فيما يصدر الكاربون البالغ من العمر 5730 سنة 7,5 جزيئات.

والواقع أنه بالنظر إلى محتوى المواد العضوية الضخم من الكربون، فإنه يصلح لتقنية التأريخ، كما أن كميات قليلة من المادة تحتاج للفحص بالمقارنة مع المواد الأخرى الأقل غنى بالكربون. وبإمكان المختبرات اليوم التوصل إلى تأريخ دقيق من خلال فحص الفحم، والخشب، والأصداف، والعظام، وخلائط الحديد الأساسية، والخث (نسيج نباتي نصف متفحم)، والورق، والقماش، والغشاء الحيواني، وأوراق الشجر، وغبار الطلع، والفخار، والحراشف، والأتربة المشبعة بالكربون، والسخام القديم المستخرج من جدران الكهوف حتى.

وعلى هذا الأساس، فإن أية مادة عينة تشتمل على الكربون وتدخل المختبر للفحص، تخضع أولاً لفحص دقيق، يليه إزالة الشوائب منها. ثم يتم تحويل هذه المادة إلى شكلها الغازي، الذي يتألف من ثاني أكسيد الكربون، والميتان، والاسيتيلين، أو البنزين، عن طريق الحرق أو وسائل أخرى. بعد ذلك يتولى جهاز فراغي معقد إزالة الشوائب المشعة المشحونة سلبياً الناجمة عن المادة الأولية، يليه وضع العينة بداخل عداد نسبي لإحصاء جزيئات «بيتا» الناجمة عن الكربون، ومقاربتها بالمعيار الحديث للمادة نفسها، وتحديد عمرها ويصدر هذا العداد نبضات كهربائية قياسية متناسبة مع طاقة جزيئات بيتا التي ترافق هذا النبض. وبما أنه من الضروري حماية هذه المادة الخاضعة للتحليل من أية اشعاعات خلفية ناجمة عن الأرض، فإن طبقة حديدة تبلغ سماكتها ثمانية إنشات تغلف هذا العداد.

ويصل زمن عدّ هذه العينة إلى ما لا يقلّ عن فترتين زمنيتين منفصلتين بطول ألف دقيقة لكل منهما. ومباشرة بعد الاحصاء الأخير، يحتسب «التاريخ الكربوني» للمادة من خلال معادلة حسابية معقدة، تتطلب قياس نشاط العينة، ونشاط عينة حديثة، وقيمة انحلال الذرة الثابتة.

ويمكن استخدام هذه التقنية لتحديد عمر أية مادة يعود تاريخها إلى ما بين 500 و 50 ألف سنة. لكن التقنيات الأخرى المستعملة تظهر أن التأريخ الكاربوني ليس دقيقاً دائمًا. فهناك بعض الاختلاف بين التواريخ الفلكية وبين التواريخ الكاربونية. ويصح هذا فيما يخص المواد القديمة التي تعود إلى ما بين 5500 و 9000 سنة قبل المسيح. وتعطى التواريخ الكاربونية عندها بمجال خطأ، مثل 1200 ± 100 سنة قبل المسيح، بمعنى أن المادة قيد الدرس تعود إلى ما بين 1300 و 1100 سنة قبل المسيح.

؟

## كيف تُصَنَّف اللحوم؟

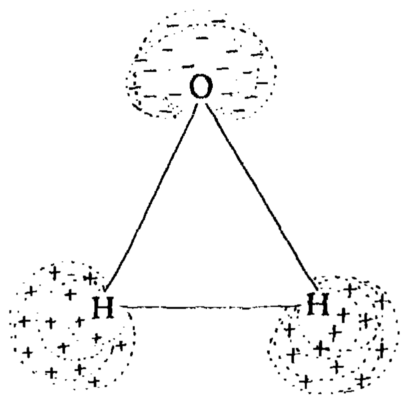
قد لا يرضي الإنسان حشريته إذا علم أن اللحوم التي يتناولها تخضع، حين تصنيفها، إلى أهواء ذاتية. إذ أن مفتشي الحكومة (وهم فقط يحق لهم اختيار التصنيفات) يقررون نخبة اللحوم وهي لا تزال في المسلخ، أي قبل ذبح البقر. ويعتمد هؤلاء المفتشون في عملية اتخاذ القرار على عوامل عدة، منها لون قطعة اللحم وتداخل الدهن والهبر فيها. وكلما كان لون اللحم لماعاً، وكلما كانت بقع الدهن الصغيرة أقل، كلما نال اللحم درجة أعلى. ويضع المفتش ختم «النخبة الأولى» على الصنف الذي يراه أجود من غيره من اللحوم، ثم يلي ذلك ختم «الخيرة»، ثم «الجيد»، ثم «غير المصنف». ولا يوجد مقياس معين للتصنيف، إذ أن الاختيار قد لا يختلف بين مفتش ومفتش فقط بل بين يوم وآخر، بحسب مزاج المفتشين. فإذا سبق لأحدهم أن شعر بالتخمة من أكل اللحم في نهار معين، فإنه في اليوم التالي ينعكس ذلك مباشرة في تصفيف اللحوم.

؟

## كيف تجلي المنظفات الدهن؟

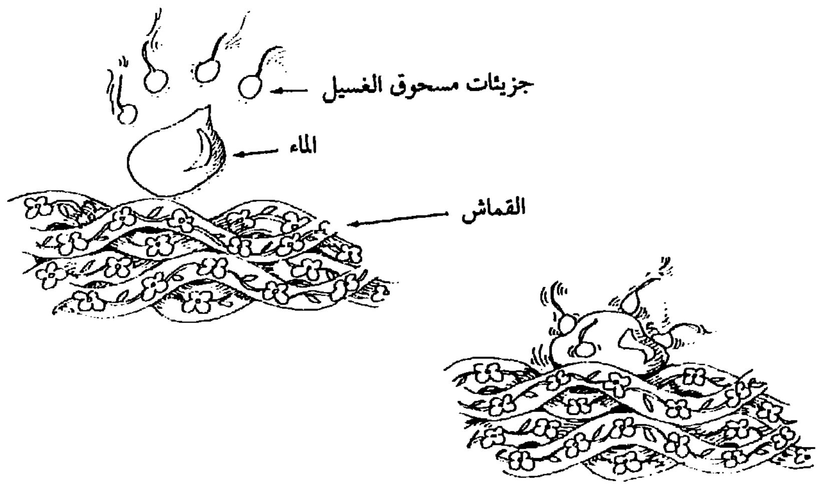
تعمل مساحيق التنظيف وفق مبدأ معروف، وهو أن جزيئات الماء تشد أزر بعضها. وتعتبر هذه المساحيق، مثلها مثل الصابون العادي، خافضة للتوتر السطحي للسوائل. وتدفع الماء بجزيئات هذه المساحيق بين سطح القماش المتسخ وبين الألياف النسيجية، وذلك من أجل تحرير جزيئات المادة الوسخة، ومنعها من الالتصاق بالقماش مرة أخرى. وبعكس الصابون العادي، فإن المساحيق التنظيفية تعمل في المياه المعدينة الثقيلة كما في المياه الخفيفة، إلا أن قدرتها الأساسية على التنظيف واحدة.

ويعتبر تماسك جزيئات الماء العامل الأساسي وراء قوة المساحيق. والسبب وراء هذا التماسك هو ثنائية قطب هذه الجزيئات، بمعنى أن كلاً منها يتضمن شحنة سالبة وأخرى موجبة. وتبدو جزيئة الماء ($H_2O$) على شكل مثلث، تحمل ذرة أكسيجين في إحدى زواياها وذرتي هيدروجين في الزاويتين المتبقيتين. ويحوط بذرة الأكسيجين في قمة المثلث حقل كهربائي سالب، فيما يحوط بذرتي الهيدروجين، عند قاعدتي المثلث، حقل كهربائي موجب. وككل فإن جزيئة الماء تعتبر محايدة كهربائياً، طالما أن عدد شاراتها الموجبة والسالبة متساو. إلا أن بُعد قسمي الجزيئة، السالب والموجب، عن بعضهما يؤثر على مسلك الماء.




وطالما أن الشارات المتماثلة تتدافع عن بعضها، والشارات المتعاكسة تتجاذب، فإن هذه الخاصية بالذات تجعل جزيئات الماء متماسكة مع بعضها. وهذا في الواقع ما يجعل من الماء

عنصراً منظفاً فعالاً بدون مساحيق التنظيف، وفعالاً جداً بوجودها. ومن المعلوم أن عنصر الماء بحد ذاته لا يكفي «لبلّ» المواد الأخرى كلياً؛ بل أنه يخثر نفسه على شكل بقع مائية أو نقاط صغيرة غير كافية للانتشار على مساحة الياف القماش بكاملها. أما بوجود جزيئات مسحوق الغسيل، فإن ذلك يخفف من تماسك الماء عند مستوى السطح، مما يسمح له بالتغلغل داخل القماش بشكل أكبر، وبعزل الأوساخ عنه.




**لكي يعمل مسحوق الغسيل بشكل أفضل فإن المادة المطلوب تنظيفها يجب أن تكون مبلولة بالماء. وهنا نجد أن قطرة الماء تندفع من قبل جزيئات المسحوق لكي تنتشر فوق القماش وتزيد رقعة البلل. وزيادة الضغط تؤدي إلى انقسام القطرة إلى قطرات أصغر، وبالتالي إلى توزيع أكبر للماء**

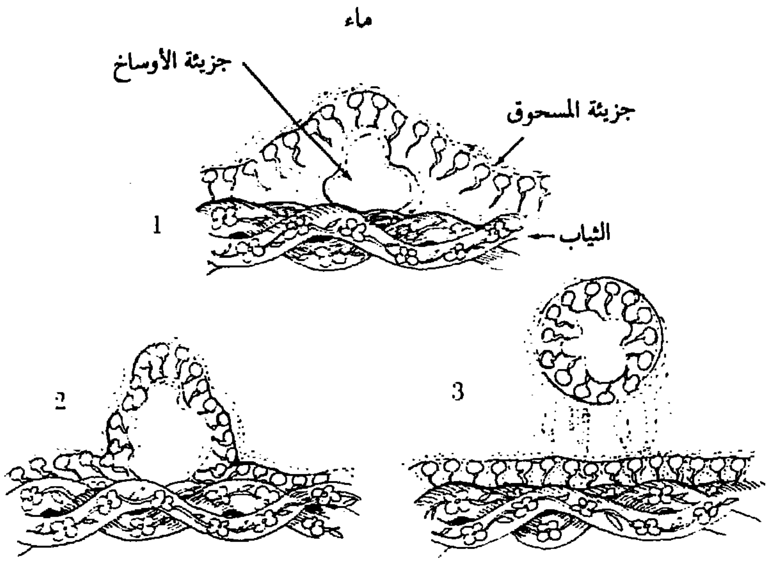
والذي يحصل أنه حالما تمتزج جزيئة المسحوق (صوديوم الكيلبنز ينيسلفونات) بالماء، تسقط ذرة صوديوم، فيما يظل أحد الكترونات الصوديوم متعلقاً بالجزيئة. ولهذا فإن الصوديوم يتحول إلى كاتيون، أو إلى أيون موجب الشحنة، لأنه فقد الكتروناً واحداً (سالباً). وبما أن الجزء الأكبر المتبقي من الجزيئة يحتفظ بالالكترون الإضافي، فإنه يتحول إلى عنصر سالب الشحنة، أو أنيون. وبالنتيجة فإن جزيئة الصوديوم الكيلبنز ينيسلفونات هي عبارة عن أنيون خافض للتوتر السطحي للسوائل، بمعنى أن هذا الأنيون هو الذي يقوم بعملية التنظيف.

ويتألف الأنيون من جزأين، «الرأس» و«الذنب»، وكلاهما يعمل لإزالة جزيئات الدهون عن القماش. ويعتبر الرأس، المؤلف من الكبريت والأكسيجين، عنصراً منجذباً للماء، لأن ترتيب شحناته الكهربائية يتكامل مع النمط المخالف الموجود في مجموعة جزيئات الماء. وهذا

ينطبق في الواقـع على الطريقة التي تتماسك فيها جزيئات الماء. إلا أن «الذنب»، وهو عبارة عن سلسلة طويلة من الكربون وذرات الهيدروجين، لا يحمل أية علاقة انجذاب مـع الماء، ولذلك فهو يسمى بـ «رهاب الماء».

وحالما تسقط أيونات الصوديوم، فإن باقي الأنيونات تنتشر بسرعة عبر المحلول، نظراً إلى تقاربها مـع الماء. وفي الوقت نفسه، فإن جزيئات الماء التي بللتها الأيونات ودهمتها، تحاول باستمرار التجمـع مـع بعضها والتماسك مجدداً؛ وذلك لأن ارتباطها ببعضها يعد أكبر من ارتباطها برؤوس الأنيونات. وحالما تعود جزيئات الماء إلى التماسك مجدداً مـع بعضها، فإنها تدفـع بالأنيونات إلى الخارج، باتجاه سطـح الماء، حيث الهواء، وكذلك إلى داخل الثياب الموضوعة في الغسالة.

وفي ذلك الوقت، تكون رؤوس الأنيونات (المحبة للماء) تحاول جاهدة العودة إلى الماء بفعل الانجذاب الكهربائي. وتكون ردة الفعل في الماء بنشر قطرات البلل على مساحة أكبر من القماش، لتغوص في الألياف. ويؤدي هذا الضغط من قبل الأنيونات إلى اجبار الماء على الانتشار فوق مساحة أكبر من القماش، تماماً مثل ضغط البالون الهوائي فوق سطـح طاولة، بحيث يتلامس جزء أكبر من هذا البالون بفعل الضغط مـع مساحة أكبر من سطـح الطاولة.




تنجـح جزيئات مساحيق الغسيل بإزالة الأوساخ عن الثياب وتدفـع الطبيعة المتماسكة للماء بجزيئات المسحوق في الشقوق بين جزيئة الأوساخ وألياف القماش (1 و 2). وأخيراً تحشر جزيئة الماء نفسها بين الاثنين، وتزيد الهوة بين الأوساخ والقماش، وتحمل الأوساخ بعيداً (3)

لكن الماء يحاول جاهداً تجميع جزيئاته واجبار الأنيونات على الاندفاع خارجه. والأهم من ذلك أن الماء يدفع بهذه الذرات («الذنب» أولاً) بداخل الشقوق الواقعة بين الأوساخ وألياف القماش. وبنتيجة الضغط فإن الأنيونات تحرر الأوساخ وتحوط بها وتحملها إلى سطح الماء. عندها لا يعود بإمكان جزيئات الأوساخ التعلق مجدداً بالألياف بسبب وجود الأنيونات كالغطاء فوق كل الأسطح، وبسبب الشحنة السالبة التي تحملها. وبهذه الطريقة تبقى الأوساخ معلقة عند سطح الماء حتى شطفه خارج الغسالة.

ويكمن الاختلاف الأساسي بين الصابون ومساحيق الغسيل، في أن المساحيق تحتوي على عناصر إضافية (غالباً ما تكون الفوسفات) تمتص كهربائياً المعادن كأيونات الكالسيوم من ماء الغسيل. وبما أن أيونات الكالسيوم موجبة فإن بإمكانها التجاذب مع أنيونات المسحوق (السالبة)، مما يجعلها فعالة في التنظيف. وبزيادة أنيونات الفوسفات إلى الماء، فإن بالإمكان إبعاد كاتيونات الكالسيوم، فيما تعمل جزيئات المسحوق على تنظيف الثياب.

؟

## كيف يُجمع الكافيار؟

يرى الزائر لمقر شركة رومانوف للكافيار في تينيك، نيوجرسي، أول ما يرى هيكلاً محنطاً لسمكة الحفش (Beluga)، كان أحدهم قد اصطادها في العام 1911، فوجد أنها تزن أكثر من ألفي باوند. وكانت هذه السمكة في ذلك الوقت تعطي نحو 350 باونداً من الكافيار، بيع الباوند منه بقيمة عشرة دولارات. أما اليوم فإن هذا الصنف الثمين من السمك أصبح نادراً جداً، مما جعل ثمنه يرتفع إلى أرقام خيالية، تصل إلى 350 دولاراً للباوند الواحد. فإذا افترضنا أن تلك السمكة التي اصطيدت في العام 1911 كانت لا تزال حية اليوم، فإن ثمنها سوف يصل إلى 122500 دولاراً.

ويعتبر الكافيار الأصلي، ذلك الذي يجمع بيضه ويُملح من سمكة الحفش، أو من إحدى الأسماك التي تنتمي لفئتها. ويبلغ وزن إحدى أكبر أسماك الحفش، وهي سمكة البيلوغا، معدل 800 باوند، وهي تحتاج لنحو 15 عاماً كي تنمو إلى هذا الوزن، ولكي يباع بيضها بأغلى الأثمان. أما سمكة الـ «اوزرتا»، وهي أصغر قليلاً من البيلوغا، وسمكة الـ «سيفروغا»، وهي اصغر الأسماك المنتمية إلى صنف الحفش، فهي تحتاج إلى ما بين الثماني والعشر سنوات لكي تصل للحجم المطلوب. ويشكل البيض عادة ما بين 15 و20 بالمئة من وزن السمكة الأصلي.

ويتم اصطياد سمك الحفش بواسطة الشباك الضخمة (ولو أن الأسماك ذات الحجم الكبير منها تمزق الشباك وتتحرر منها). ويعتبر مصطادوها من أكثر الصيادين خبرة في هذا المجال. وحالما يدخل الصيادون بالأسماك إلى الشاطىء، تبقر بطونها ويستخرج منها البيض تحت اشراف «معلم الكافيار». وأول ما يفعله هذا الاختصاصي هو أنه يفصل البيض عن الجيوب المعوية فوق شبكة مسلكة، وينظفها، ويقرر حول كمية الملح اللازمة، وهو قرار مهم جداً. فالمعلوم أن أجود أنواع الكافيار تتطلب أقل كمية ممكنة من الملح، وهو ما يقصده الروس بكلمة «مالوسول». ومن هنا يمكن القول إن «البيلوغا مالوسول» و«السفرروغا مالوسول» هي الرقم واحد في عالم الكافيار. والجدير بالذكر هنا أن الآلات لا تتدخل أبداً في هذه العملية، فالأيدي فقط تتعامل مع هذا البيض القابل للتفتت. ومع أن شركة رومانوف لا تشتري سوى الكافيار، إلا أن ما يتبقى من السمكة تشتريه شركات أخرى، وتتولى بيعه في السوق طازجاً، أو مجلداً، أو مدخناً.

من جهة أخرى، فإنه عندما يصل مجموع الكافيار إلى مقر الشركة، يخضع أولاً لفحص دقيق من قبل كبير الذواقين لديها، واسمه ارنولد هانسن ــ ستيرم، وهو خامس رئيس للشركة منذ إنشائها. ويقوم هذا الذواقة بتفحص الكافيار نظرياً أولاً (ولو أن اللون لا يدل بالضرورة على الجودة)، ثم يشم بعض العينات، ولو أنه يفضل عدم الاقتراب إلى هذا الحد من العينات. أما الفحص الأهم فهو التذوق. (والجدير بالذكر هنا أنه عندما يذهب هانسن ــ ستيرم في إجازة، فإنه لا يعطي صلاحية التذوق إلا لأحد موظفي الشركة الروس، من الذين أمضوا أكثر من أربعين سنة لديها).

وبعد ذلك ترسل الشركة بعض العينات من الكافيار إلى المختبر لفحصها خوفاً من بعض المواد الملوثة، مثل الزئبق، وغيرها، وذلك تطبيقاً لقوانين إدارة التغذية والأدوية. ومن حسن حظ محبي الكافيار أنه إذا ما كانت السمكة تعيش في مياه ملوثة، فإن العدوى تستقر في طبقة اللحم الدهنية تحت الجلد مباشرة، ومن النادر أن تصيب البيض.

ويباع أجود أنواع الكافيار طازجاً ومملحاً، أما غير ذلك فهو يخضع لعملية تعقيم خاصة ويعلب في حاويات مفرغة من الهواء ومحكمة الاغلاق. وتظل هذه الأخيرة صالحة لمدة سنة أو سنتين بالأكثر، فيما الكافيار الطازج يفسد خلال بضعة أسابيع فقط.

ويظن البعض منا أن بحر قزوين هو المصدر الرئيسي للكافيار ولسمك الحفش، وهو أمر صحيح، إلا أنه منذ قرن فقط تبين أن نهر دلاوير وأنهر أخرى في الولايات المتحدة تضم سمك الحفش. وكان الغرض الرئيسي من إنشاء شركة رومانوف في البداية هو تصدير الكافيار إلى أوروبا، بمعدل 100 ألف باوند بالسنة. وقد أدى هذا إلى خفض منسوب السمك من هذا

الصنف. والآن، مع توقف تصدير الكافيار من إيران، وتهديد أسماك الحفش في بحر قزوين بالنفايات الصناعية، فإن أسهم صناعية الكافيار في الولايات المتحدة آخذة بالارتفاع. ويتم حالياً اصطياد أسماك الحفش التي تزن حوالي 250 باونداً في المحيط الاطلنطي، ونهر كولمبيا، وأنهر داخلية أخرى.

ومع أن نوعية كافيار الحفش لا تضاهيها أية نوعية أخرى، إلا أن اختلاف السعر يعتبر حافزاً لدى الناس لابتياع الأصناف الأخرى. ولذلك نجد في الأسواق أنواعاً مختلفة من الكافيار المستخرج من السمك الكبير في كندا، والنروج، وايسلاندا، أو من سمك السلمون في الاسكا. ومع أن لون هذا الكافيار يكون زهرياً، إلا أنه يصبغ باللون الأسود لكي يشبه بيض الحفش والسلمون

؟

## كيف يعثر الصاروخ المتقصي للحرارة ضالته؟

تزود أغلب الطائرات المقاتلة الحديثة بصواريخ متقصية للحرارة، يبلغ طولها نحو تسعة أقدام، وتكون مهمتها تقصي طائرات العدو وتدميرها كما لو أن لها إرادة خاصة بها. وتتوجه هذه الصواريخ مباشرة نحو مصدر الحرارة، مثل محرك الطائرة. ونذكر من بين هذه الصواريخ الأميركية الصنع، صاروخ «سايد وندر» (المسمى كذلك تيمناً بالافعى التي تحمل الاسم نفسه، وتعيش في الصحراء غربي الولايات المتحدة، وتطارد أثر غريمها بحسب حرارة جسمه)، الذي يلاحق طائرة العدو حتى لو قام طيارها ببعض المناورات الجوية، مثل الالتفاف المفاجيء، أو الدوران، أو الهبوط. وقد طورت هذه الصواريخ في الخمسينات من هذا القرن، واستعملت لأول مرة من قبل طائرة مقاتلة صينية وطنية لإسقاط طائرة صينية شيوعية في العام 1958.

والمعلوم أن أي شيء في نظامنا الشمسي يحتوي على بعض الحرارة؛ بمعنى أن جزيئاته وذراته تصطدم ببعضها وتتذبذب. فإذا قلنا مثلاً أن هذا الجسم اسخن من ذاك، فإننا نعني بذلك أن جزيئاته تصطدم ببعضها بتواتر أكبر. والآن، عندما تتذبذب هذه الجزيئات، فإنها تنم عن موجات كهرومغناطيسية تنبعث من الجسم إلى كل الاتجاهات. فالشمس مثلاً لاهبة جداً (وتصل حرارتها إلى 11 ألف درجة فهرنهايت) لأن جزيئاتها تتذبذب بتواتر كبير جداً، وتبعث أكبر كمية ممكنة من الاشعاع في مدى الضوء المنظور، الذي تصل ذبذبته إلى نحو كدريليون ($10^{15}$) مرة بالثانية. فيما الأشياء التي تقل حرارة عن الشمس، مثل محرك الطائرة الحربية، تبعث أكبر كمية ممكنة من الاشعاع بذبذبة اخفض ضمن نطاق الأشعة ما تحت الحمراء، أي

بمعدل ذبذبة مقداره 100 بليون مرة بالثانية. ولهذا فإن أجهزة التحكم بصاروخ «سايد وندر» تجعله يتبع مسلك الجسم الذي يبعث أكبر كمية ممكنة من الاشعاع ضمن نطاق الاشعة ما تحت الحمراء.

وتعتمد ميكانيكية الملاحقة التي يتبعها الصاروخ على الظاهرة المعروف باسم «الموصلية الضوئية». إذ أن بعض الأجسام المسماة بـ«الموصلة جزئياً» تمتنع عن تمرير التيار الكهربائي فيها تحت أغلبية الظروف، إلا أنها تفعل ذلك عندما تصطدم بتواتر معين من الطاقة الكهرو مغناطيسية. والمعلوم أن مادة معينة تكون موصلة للكهرباء عندما يمكن لالكترونات ذراتها أن تشرد بعيداً عن جاذبية نواتها، وأن تسافر كمجموعات من جسم إلى آخر. ولهذا فإن الأجسام الموصلة العادية مثل النحاس والبلاتين تنقل التيار الكهربائي في كافة الظروف، ومن دون حاجة إلى مزيد من الطاقة؛ فيها الموصلات الجزئية، مثل الجرمانيوم، والسيليكون، والزرنيخ، وغيرها، تحتاج إلى صدم الكتروناتها بعيداً عن النواة بطلقة ضوء ذات تواتر معين قبل أن تصبح ناقلة للكهرباء. وهذه الخاصة في الواقع تجعل هذه الأجسام ذات نفع كبير لصناعة الكبس الكهربائي.

ويتضمن بوز الصاروخ الحراري «نافذة» خاصة تتلقى موجات الضوء أثناء تحليقه وتبثها باتجاه أنظمة التحكم بالمسار. وتسمح الموصلات جزئياً للكهرباء بمرور التيار فقط عند صدمها بأشعة الضوء ما دون الحمراء. وطالما أن بوز الصاروخ المخروطي الشكل يتألف من خلايا موصلة جزئياً للكهرباء، فإن أية محاولة للطائرة بالهبوط هرباً من الصاروخ، سوف تؤدي إلى تعريض خلايا الجهة السفلى من الصاروخ إلى كمية أكبر من الاشعاع، مما يؤدي بدوره إلى تحويل هذه الخلايا إلى أجسام موصلة كلياً للكهرباء، وبالتالي إلى إيصال التيار لدارات الكومبيوتر، الذي يشير إلى دقة التحكم باتجاه الصاروخ بالهبوط وراء الطائرة. ومن هنا فإن أية مناورة يقوم بها الطيار تسجلها الخلايا الموجودة في بوز الصاروخ وتغير مساره وفقها. وفي الوقت نفسه فإن الرادار الموصول برأس الصاروخ المتفجر يرسل موجات رادارية (مايكروويف) باتجاه الهدف، بحيث تصطدم به وترتد عليه باتجاه اللاقط في الصاروخ. ويعمل الكومبيوتر عندها على قياس الزمن الذي استغرقته موجة الاشعاع منذ لحظة البث إلى لحظة التلقي. وكلما اقترب الصاروخ من الهدف كلما تقلصت المدة، حتى تصبح آنية، الأمر الذي يؤدي بالكومبيوتر إلى اعطاء الإشارة بالتفجير، فتنطلق الشحنة البالغة 25 باونداً، وتدمر الطائرة العدوة.

ولكن السؤال الذي يطرأ هنا هو كالتالي: بما أن الشمس ترسل كمية كبيرة من الاشعة ما تحت الحمراء، فلماذا لا يتجه الصاروخ باتجاه الشمس مباشرة؟ والأسباب عدة: أولاً، إن الصاروخ يلتقط الموجات الاشعاعية من الأمام فقط، وبالتالي فهو لا ينتبه لأشعة الشمس إلا في

حال كان اتجاهه مباشراً نحوها، وهو الأمر الذي يتجنبه الطيارون عموماً. وبالإضافة إلى ذلك فإن نظام الكومبيوتر الملحق بالصاروخ يتفادى مثل هذا الخطأ عندما يكون الهدف منطلقاً في اتجاه الشمس. كما أن الشمس ترسل كميات كبيرة من موجات الضوء المرئية وكذلك الموجات ما دون الأشعة الحمراء، أكبر من الموجات التي تبعثها طائرة العدو. ولهذا فإن التعليمات التي يختزنها الكومبيوتر تشير عليه بتجاهل أي أشعة ما تحت الحمراء تزيد عن المعدل المطلوب.

ومن ناحية ثانية، فإن أغلب الطائرات الحربية الحديثة تحمل قنابل حرارية تطلقها عندما يهددها خطر الصاروخ المتقصي للحرارة من أجل خداع خلاياه الحساسة للضوء. كما أن أغلبية الطائرات اليوم تبث إشارات إذاعية هدفها لخبطة التعليمات التي يصدرها الكومبيوتر والعبث بجهاز التحكم الخاص بمسار الصاروخ. كذلك، فإنه من الطبيعي أن نجد الصواريخ الحديثة اليوم مزودة بأجهزة مضادة للتشويش، تميز بين القنابل الحرارية، ومحرك الطائرة، والشمس.

؟

## كيف ينتزع الاخصائيون اللوحات الجدارية بغرض حفظها؟

تتعرض أغلب التصاوير الجدارية التي تعود لرسامين كبار مثل غيوتو في كنيسة سكروفينيي ببادوا، أو الرسومات الجدارية البيزنطية في اليونان، اليوم إلى خطر التلف. ويعود هذا الخطر إما إلى الرطوبة التي تتسرب عبر الجدران إلى الداخل، أو إلى الاختلافات في درجة الحرارة التي تنجم عن تدفئة الكنيسة مثلاً يوم الأحد، وبقائها باردة أيام الأسبوع الأخرى. وبالإضافة لذلك هناك مشكلة الكميات المتنامية من ثنائي أكسيد الكبريت الموجود في الهواء، والناجم عن دخان المصانع والسيارات. ويؤثر هذا الدخان بشكل خاص على الصور الجدارية المرسومة على الملاط الجيري، الذي يتحول على مدى السنين إلى كربونات الكالسيوم. وبفعل الرطوبة فإن ثاني أكسيد الكبريت يحول كربونات الكالسيوم إلى كبريتات الكالسيوم، الذي يكبر حجمًا عن الكربونات. ولذلك فإن الجدران، وكذلك التصاوير الجدارية، تأخذ بالتحلل والتجعك بفعل الضغط والتمدد. وتتعدد الحلول لهذه المشاكل، وتتوزع بين مجرد الحماية من الترشح المائي وتوفير الحرارة الملائمة إلى نزع اللوحة عن الجدار، وهو أسوأ الحالات.

والجدير بالذكر أنه في الزمن الذي رسمت فيه هذه اللوحات الجدارية، كانت هناك طريقتان متبعتان لذلك: إما بوضع الأصباغ المخلوطة بالماء فوق ألواح جصية مبللة، وإما بدهن

هذه الأصباغ المخلوطة بالبيض، والحامض، والصمغ فوق ألواح ناشفة أو قاسية. فكيف ينزع الاخصائيون هذه الرسومات من دون تفتيتها؟

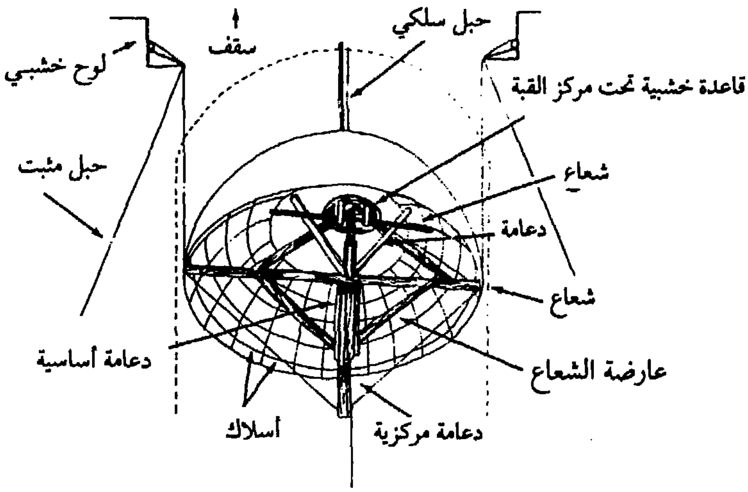
وتبنى التقنية الأولى المعروفة على لصق قماشة أو بطانة فوق اللوحة ثم نزع طبقة رقيقة من الأصباغ تدريجياً بواسطة سكين دقيقة. وتفترض هذه التقنية أن يكون الصمغ الذي يلصق اللوحة بالقماشة أقوى من ذلك الذي يلصق اللوحة بالجدار. وبعد نزع طبقة الجص الزائدة فوق اللوحة، يتم تثبيت الأصباغ بشكل قوي. وهناك طريقة أخرى، تعتمد على نزع طبقة أكبر من الجص تحت اللوحة ثم ألصاقها فوق لوح كبير. والجدير بالذكر هنا أن كلي الطريقتين تتبعان مبدأ نزع الرسوم الجدارية قطعة وراء قطعة، وهو العمل الذي يتطلب عناية خاصة، بالإضافة إلى ترميم القطع قبل نزعها.

ومنذ بضع سنوات قامت ورشة ضخمة داخل كنيسة «بروتوثرونوس» على جزيرة ناكسوس اليونانية البعيدة، لحفظ أحد الآثار الثمينة. وقد قام الخبراء هناك بنزع رسم ضخم من على قبة الكنيسة من دون تقطيعه. وتعتبر تلك الورشة الأولى من نوعها في عالم حفظ التصاوير الجدارية الآثرية.

وكان الخطر الذي يتهدد تلك الرسمة (التي انجزها صاحبها مستعملاً التقنيتين المذكورتين سابقاً) يتمثل في ترشح المياه، مما أدى إلى تقشر الأصباغ عن اللوحة. وكذلك فإن الشموع والبخور فعلا فعلهما باللوحة، وتركا عليها طبقة من الدهن والسخام. لكن السبب الأساسي الذي حدا بالاختصاصيين إلى نزع اللوحة كان في أن تصويراً آخر يكمن تحتها. وكان قرار هؤلاء يقتصر على نزع اللوحة الأولى فقط، وهي عملية دقيقة جداً. ولذلك فقد صمموا على محاولة انزال اللوحة ــ القبة بكاملها، من أجل حفظ شكلها وليونتها.

وكانت الخطوة الأولى لذلك تتمثل في تغطية سطح اللوحة بكامله بالقطن، بالإضافة إلى قماشة حمائية. وبعد ذلك قام الاختصاصيون بتخطيط اللوحة وفق دوائر ارتكازية وأقواس دائرية ضخمة. ثم ألصقوا أسلاكاً من مادة الستانلس ستيل ملفوفة بالقطن ومشبعة بالمادة اللاصقة على الخطوط الطولية والعرضية. وحيثما تقاطعت هذه الخطوط كان الفنيون يلحمونها ببعضها. وفيما استعمل هؤلاء أسلوب الشد والقشط لنزع اللوحة، إلا أنهم لجأوا لحد المطاوي الصغيرة من أجل فصل المناطق منها بالقرب من فتحات النوافذ. بعد ذلك تولى العاملون بناء هيكل خشبي مركزي، وضعوه عامودياً مباشرة تحت القبة. وقد تألف هذا الهيكل الضخم من عارضتين خشبيتين افقيتين متقاطعتين، تتمركز نهاياتها الأربع عند فتحات النوافذ. ثم ربط الفنيون أطراف أسلاك حديدية رفيعة بالهيكل من جهة وبالخطوط الطولية والعرضية الممدودة على مساحة

اللوحة من جهة ثانية، وذلك عن طريق لواقط صغيرة تشبه حرف «S» بالانكليزية. وبعد ذلك فقد قام هؤلاء بشد الأسلاك المتقابلة على بعضها بواسطة عزقات تشبه سدادات القناني.




**الهيكل الخشبي ونظام البكرات الذي استخدم لانزال اللوحة ـ القبة في كنيسة ناكسوس**

ومباشرة بعد فصل اللوحة الأولى عن الثانية تحتها، قام الاختصاصيون بإنزالها تدريجياً وفق نظام البكرات والرافعات المدعومة بالركيزة الأساسية، وبحبال تثبيت متصلة بنقاط عدة في الكنيسة. وبعد نزولها سالمة على الأرض، قام الفنيون بتفكيكها أخيراً استعداداً لإصلاحها واضفاء اللمسات عليها.

؟

## كيف يطفئون بئر نفط مشتعلة؟

في حزيران/يونيو من العام 1979، انفجرت بئر نفط (ايكستوك واحد) في المكسيك، أثناء عملية الحفر وعند الاصطدام بجيب غازي وقد أدى ضغط الغاز الهائل إلى دفع كمية نفط إلى الخارج توازي 30 ألف برميل يومياً. وفيها احترقت كمية من هذا النفط على السطح، وملأت بعض السفن خزاناتها بكمية أخرى، إلا أن الجزء الأكبر منه انسكب في مياه خليج المكسيك، وانتشر على شكل بقعة كبيرة وصلت إلى حدود شواطىء تكساس.

ولهذا فقد استأجرت السلطات المختصة شركة «رد أدير» المختصة بمكافحة حرائق آبار النفط من أجل إيجاد حل للمشكلة. وعلى هذا الأساس، قام الغطاسون التابعون للشركة بالغوص إلى عمق 160 قدماً لاصلاح الأنابيب المتضررة، فيما تضافرت جهود 1500 رجل على السطح ونحو 12 طائرة نفاثة ومروحية لاحتواء بقعة الزيت. إلا أنه رغم ذلك لم تف جهود الشركة بالغرض وتابعت البقعة انتشارها. ذلك أن فتحات البئر تحت الماء كانت مسدودة جزئياً بركام منصة البئر المتناثر، الأمر الذي وصفه أحد الغطاسين بأنه يشبه «صحن السباغيتي».

وبناء على ذلك فقد قرر الخبراء وقتها أن الحل الأمثل هو بحفر بئرين معترضتين بهدف خفض الضغط عن البئر المتضررة. وعلى هذا الأساس بدأت شركة النفط المكسيكية «بيمكس» بحفر البئرين (ايكستوك 1 أ و 1 ب). لكن المشكلة كانت بأن عملية الحفر هذه سوف تستغرق شهوراً، فيما تنسكب آلاف براميل النفط الخام يومياً في مياه البحر. وكذلك فقد عمدت الشركة إلى إيصال أنبوب معدني ضخم بصمام فتحة البئر المسدود جزئياً، ثم راحت تضخ الوحل والجيلاتين والمياه المالحة والأسمنت فيه عل ذلك يوقف التدفق. وفي أواخر شهر حزيران/يونيو اتسعت فتحة البئر أكثر وتدفق النفط الخام بشكل أكبر، مما دفع الشركة إلى احراقه فوق سطح الماء منعاً لانتشاره. وفي تلك الأثناء استمرت عملية الحفر، وكل ما استطاعت الشركة فعله بحلول شهر تموز/يوليو هو أنها خفضت دفق النفط من 30 ألف برميل يومياً إلى 21 ألفاً، فيما استمرت بضخ كميات كبيرة من الوحل وكرات الحديد والأسمنت ومواد كيماوية أخرى إلى داخل البئر. وفي 20 آب/أغسطس كانت البئر «ايكستوك 1 أ» قد وصلت إلى عمق 8612 قدماً أي على بعد 3000 قدم من البئر الأساسية، و«ايكستوك 1 ب» إلى عمق 62[illegible]7 قدماً.

هذا وقد حمل شهر أيلول/سبتمبر خطة جديدة سميت بـ «العملية سومبريرو» (القبعة المكسيكية الشهيرة). وكانت هذه العملية تتمثل بإنزال قمع مقلوب ضخم بوزن 300 طن (يشبه السومبريرو فعلاً) فوق البئر. ويتولى هذا القمع تجميع نحو 80 ٪ من النفط المتدفق، وضخه نحو خزانات السفن الحاملة للنفط، وإحراق الغاز الناتج عن العملية. وقد عرقلت هذه العملية بعض العوائق الميكانيكية لأسابيع، وفي النهاية نجحت في إيقاف كمية لا بأس بها من النفط، ولكن ليس كلياً.

وقد طالت هذه العملية أكثر مما كان متوقعاً لها. وفي شهر تشرين أول/أكتوبر انخفض التسرب بشكل كبير، إلا أنه لم يتوقف إلا بحلول شهر آذار/مارس من العام 1980، عندما نجحت البئران الإضافيتان بإغلاق البئر المتضررة وسدها بالأسمنت نهائياً. وطوال تلك المدة لجأت الشركة إلى كل الوسائل المعروفة للسيطرة على النفط المتدفق، وتكلفت ما يقارب الـ 131,6 مليون دولار لهذا الغرض.

؟

## كيف تُـدْهن خطوط السير في وسط الطرقات؟

لولا تلك الخطوط البيضاء المرسومة على الطرقات العامة والاوتسترادات لكانت عملية السير تواجه اليوم مشاكل خطيرة. ولذلك فإن الآليات الدقيقة تتولى اليوم مهمة رسم هذه الخطوط بشكل دقيق، موفرة على الأنسان مشقة القيام بذلك.

ومباشرة قبل القيام بعملية دهن خطوط أحد الشوارع الضيقة، فإن فريق العمل المؤلف من ثلاثة أو أربعة رجال يقوم بتحديد هذه الخطوط أولاً بواسطة الطبشور أو الخيوط، بحيث تكون على بعد متساو من الرصيف على الجهتين بنحو 20 قدماً، وبحسب خرائط المهندس الذي تولى شق الشارع. أما عملية الدهن فتتم بواسطة آلة صغيرة تعمل على الغازولين وتشبه آلة جز الحشيش من القياس الكبير، ويديرها رجل واحد. ويتولى ضغط الهواء في الآلة بدفـع الدهان إلى الخارج، فيما يركز السائق انتباهه على الحفاظ على المسار الدقيق. وتقوم هذه الآلة الصغيرة الحجم نسبياً بتزييح الخطوط البيضاء المتوازية التي تحدد ممشى المواطنين، وكذلك برسم خطوط البلاستيك الساخن، وهو الأمر الذي يعصى على الآلات الأضخم حجمًا منها. والجدير بالذكر أن البلاستيك المسوّح يعتبر بديلاً ممتازاً للدهان العادي، ذلك أنه يعمّر لمدة تتراوح بين ثمانية أشهر وثلاث سنوات، فيما يعمّر الدهان العادي ما بين الثلاثة والستة أشهر فقط.

وعموماً فإن هذه الآلة لا تنفـع لإداء عملها على الطرقات الكبيرة والاوتوسترادات بسبب بطئها الشديد. ولهذا فإن آلة أكبر تستخدم لذلك، وتصل سرعتها إلى خمسة أميال بالساعة. وبعكس الأسلوب المتبـع على الطرقات الصغيرة، فإن فريق العمال لا يحتاج مـع الآلات الكبيرة إلى تخطيط الطرق بالطبشور أولاً، ذلك أن هذه الآلات تكون مجهزة أصلاً بمؤشر خاص يسعى السائق لإبقائه عند مستوى الوسط دون الذهاب يميناً وشمالاً. أما عملية الدهان الفعلية فتتم بواسطة مضخات تسير وراء الشاحنة على عجلتين صغيرتين، وتطلق الدهان بواسطة مسدس رشاش ومعدات أخرى. ويتركز عمل فريق على قياس عرض الشارع واعطاء الاحداثيات لسائق الشاحنة، الذي يتولى هوميكانيكياً من خلال الأزرار في شاحنته رش الدهـان الساخن عن طريق المضخات.

وفي المجموع فإن أربعة أشخاص يتولون هذه المهمة، وأحد لسوق الشاحنة، واثنان لتشغيل المضخات، وواحد للسير وراء الشاحنة للتدقيق في مسار العمل بشكل صحيـح. وفي هذه الأثناء فإن سائق الشاحنة يحاول جاهداً الحفاظ على المسار المطلوب، إلا أنه حين يشرد

قليلاً، فإن العاملين في الخلف يتوليان تصحيح المسار بواسطة أذرع تحكم. وتتطلب هذه المهمة منهم خبرة ستة أشهر إلى سنة من التدريب المتواصل.

## ؟

## كيف يعود سمك السلمون، بعد سنوات من الهجرة إلى المياه البعيدة، إلى مياه النهر الأم

تبدأ عملية هجرة سمك السلمون المذهلة مع وضع اناثه البالغة البيض في قعر نهر حصبائي، بعد أن تكون قد أفسحت عشاً صغيراً لبيضها بواسطة ضربات من ذيلها. وتختار هذه الأسماك موقع بيضها في المياه الضحلة، عند مسقط شلال، حيث تحمل المياه الساقطة بسرعة الاكسيجين المغذي للبيض. والواقع أن نحو خمس فقط من بين خمسة آلاف بيضة زهرية اللون (يبلغ حجمها حجم الخردلة) تفقس، وهذه أيضاً تهددها الأسماك الكبيرة المفترسة والتلوث النهري. وبما أن السمكة الأم تموت مباشرة بعد وضعها للبيض، فإن فروخها تولد وفي داخلها اكياس عريضة صفراء تساعد على تغذيتها لبضعة شهور. وعندما تبلغ هذه ما بين السنة والثلاث سنوات من العمر، أي وهي صغيرة نسبياً، فإنها تقطع النهر باتجاه البحر، وتسافر أحياناً آلاف الأميال لذلك. وعندما تصل مياه المحيط فأنها تعيش هناك لمدة لا تقل عن السنة (عموماً من ثلاث إلى أربع سنوات) على الغذاء المؤلف من السمك الصغير. وعلى سبيل المثال، فإن سمك السلمون الزهري اللون الذي مصدره أنهار كولومبيا البريطانية يسافر شمالاً، بموازاة الساحل الأميركي الشمالي، ومروراً بساحل آلاسكا الجنوبي، ثم يلتف جنوباً، ويقوم برحلة طويلة دائرية يبلغ مداها ألفي ميل، ليعود إلى مجرى النهر الأم. وفيما يكتفي السلمون الزهري بهذه الرحلة الدائرية، فإن سمك السلمون الأحمر قد يقوم بدورتين أو ثلاث من هذا النوع، ويقطع حوالي عشرة آلاف ميل قبل العودة إلى منشأه. ومع أن بعض أنواع السلمون يختلط بأسماك أخرى أثناء سفره عبر البحار، إلا أنه يعود دائماً عند نضوج خلاياه الجنسية إلى موطنه للإباضة.

ولكن كيف يستطلع سمك السلمون اتجاهه؟ يقول بعض علماء البيولوجيا أن هذا السمك يستدل ببعض الدلائل السماوية، وبالأخص موقع الشمس. ولكن بما أن الأيام التي تكون سماؤها مليئة بالغيوم كثيرة، بالأخص في مناخ شمالي غرب المحيط الهادىء وخليج آلاسكا، فإن هذه النظرية تبدو غير محتملة. والآن هناك من يعتقد أن لكل مجموعة مياه محتواها

الكيماوي الخاص وبالتالي رائحتها الخاصة. ومن هنا فإن سمك السلمون على الأرجح عندما يصل إلى منبع نهره الأم فإنه يشم طريقه إلى مكان ولادته. ولكن هذه النظرية لا تفسر قدرة السلمون على قطع مسافات طويلة، بالأخص وأن بعض التجارب أجريت عليه، نقل خلالها إلى مياه غريبة عنه تماماً. ولهذا يشعر الدكتور وليام ف. رويس من جامعة واشنطن أن قدرة سمك السلمون على الهجرة هي قدرة متوارثة وليست مكتسبة عبر الذاكرة. ويشرح أن هذا السمك يميز بين الشحنات الكهربائية الصغيرة التي تولدها المحيطات، ويخطط طريقه بالنسبة إلى حقل الأرض المغناطيسي. وبهذا المعنى فإن طريق العودة يكون مطبوعاً في جينات وكروموزوم السمك الذي يتوارثها عبر الأجيال.

ولكن، وبغض النظر عن كيفية اكتشاف سمك السلمون لطريق العودة، فإن رحلته في مياه الأنهر الصاعدة تشكل لغزاً آخر. إذ أن هذه الأسماك تسافر ليلاً نهاراً، لترتاح في البحيرات الهادئة. وأحياناً تضطر إلى ضرب الماء بذيلها القوي لكي تشق طريقها في المياه الصاعدة، وإلى أعلى الشلالات التي قد يبلغ علوها نحو عشرة أقدام أو أكثر. ومهما طالت المدة، ومهما بلغت صعوبة الرحلة، فإن هذا السمك لا يأكل شيئاً في الطريق، ويعتاش فقط على الأكسيجين الموجود في الماء. وتعتبر أطول الرحلات، تلك التي يقوم بها سمك السلمون (من فئة شينوك) عبر نهر «يوكون»، حيث يسافر مسافة ألفي ميل لكي يضع بيضه في بحيرة «نيستلين». ويبدأ هذا السمك رحلته بسرعة 10 ـــ 20 ميلاً في اليوم، ثم يزيد سرعته إلى 50 ـــ 60 ميلاً. وبعد شهر من السفر المتعب، يصل هذا السمك إلى موطنه، وهناك تضع الأنثى بويضاتها والذكر منيه، ويموت الاثنان مباشرة بعد ذلك.

ومن المحزن أن أعداد السلمون آخذة بالتقلص لا بفعل الصيد فقط وإنما بفعل التلوث وبناء السدود التي تحول دون عودته إلى مواطنه. والجدير بالذكر أنه في القرن الثامن عشر كانت أعداد السلمون كبيرة لدرجة أنه كان وقتها غذاء الطبقات الفقيرة في منطقة كونيكتيكت. إلا أنه في العام 1798 قامت شركة «ابرلوكس» وشركة «كنال» بناء سد بعلو 16 قدماً عند شلالات «هادلي» في ماساتشوستس، مما أدى بحلول العام 1810 إلى فقدان هذا الصنف من السمك، حتى أن الصيادين هناك صاروا يجهلون شكل سمكة السلمون. والأمر نفسه ينطبق على سد «غراند كولي» على نهر كولومبيا في العام 1930. ويفرض القانون إضافة ما يشبه السلم أو الدرج على أي سد للحفاظ على هجرة أسماك السلمون.

## ؟

## كيف يستطلع قائد الطائرة سرعة مركبته من خلال الأجهزة في قمرة القيادة

من بين أجهزة قياس الارتفاع ومؤشر الاندفاع العامودي الموجودة في قمرة القيادة بالطائرات الحديثة، هناك جهاز خاص لقياس سرعة الطائرة. ويتألف هذا الجهاز من إبرتين مؤشرتين، الأولى تقيس مئات العقد، والثانية عشرات العقد. ولكن كيف يقرأ هذا الجهاز السرعة؟

يوجد خارج الطائرة، عادة فوق أحد جناحيها، أنبوب اسطواني رفيع، يعرف بانبوب «بايتوت» (نسبة إلى مخترعه هنري بايتوت: 1695 ـ 1771)، يقيس سرعة دفق الهواء أو الماء. وبما أن هذا الجهاز يكون دائماً موازياً لمحور الطائرة، فإنه يكون عرضة لدفق الهواء. وبهذه الطريقة فأنه كلما زادت الطائرة من سرعتها كلما ازدادت كمية الهواء المتدفق داخل فتحة الأنبوب، الأمر الذي يزيد من كمية الضغط بداخله. وإضافة إلى هذا الأنبوب، يوجد أنبوب ثان، مغلق من الأمام، ومتصل بهيكل الطائرة (أحياناً بجانب الأنبوب الأول، أو في منطقة محمية أكثر)، يحوي مجموعة ثقوب على طوله، تسمح بدخول الهواء، ولكن من دون أن يؤثر كذلك على كمية الضغط بداخله. ويسمح هذا الأنبوب الثاني بقراءة ضغط الجو خارج الطائرة. ويكون كلا الأنبوبين متصلين بحاجز متمدد بداخل الطائرة. وكلما زادت هذه الأخيرة من سرعتها كلما تمدد الحاجز بفعل إزدياد الضغط، وبالعكس فأنه يتقلص كلما بطأت الطائرة سرعتها. وتكون إبرتا جهاز السرعة داخل قمرة الطائرة متصلتين بهذا الحاجز، وتغيران قراءتيهما وفقاً لتغير كمية الضغط.

؟

## كيف يتم زرع الشعر؟

يقول الدكتور مايكل غرينوالد، وهو من أهم خبراء الشعر والجلد في الولايات المتحدة، إن زراعة الشعر هي تقنية طورها أخصائي التجميل الدكتور نورمان اورنتريخ في الخمسينات، وما تزال حتى اليوم هي الطريقة الأأمن والأمثل للتعويض عن الشعر المفقود. وهذه التقنية هي عبارة عن عملية جراحية بسيطة، يتم فيها نقل خصلات من الشعر من مناطقه الصحيحة إلى المناطق الصلعاء. وتتألف كل خصلة مزروعة من الشعر من حوالي سبع إلى خمس عشرة شعرة، ولا تتعدى في الحجم قطعة الممحاة في طرف قلم الرصاص. ويستمر هذا الشعر المزروع طوال العمر، أو على الأقل طوال الفترة التي كان سيستمر فيها في المنطقة المنزوع منها.

وتتسم تلك العملية ببساطتها. وتبدأ بتخدير منطقة «العطاء» بمخدر موضعي شبيه بذلك الذي يستعمله أطباء الأسنان. ثم تنزع قطعة من الشعر (يبلغ حجم قطرها نحو $^{5}/_{32}$ إنشاً) بواسطة أداة خاصة، تنغرس في جلد الرأس بنحو $^{1}/_{4}$ إنشاً، فقط إلى مستوى بصلات الشعر. بعد ذلك يتم تخدير المنطقة الصلعاء، ونزع المساحات نفسها من الجلد. أما الخطوة التالية فتكون بزرع مساحات الشعر الصغيرة ضمن الفراغات على بعد جزء من الإنش عن بعضها، وبالاتجاه الذي يسمح للشعر فيما بعد بالنمو بالمظهر الطبيعي. ومن ثم يلف الرأس بالضمادات التي تنزع في اليوم التالي. ولا تترك هذه العملية أي انزعاج في نفس المريض، أكثر من ذلك الذي يشعر به عند طبيب الأسنان. ورغم أن المخدر يترك في المريض إحساساً بالمضايقة، إلا أنه نادراً ما يؤدي إلى أية أوجاع بعد العملية.

وفي بعض الأحيان فإن الشعر المزروع يتساقط على مدى أربعة أسابيع بعد العملية، إلا أنه يعاود النمو بعد ثمانية أسابيع من موعد إجراء العملية، ويستمر في النمو بمعدل نصف إنش بالشهر.

أما فيما يتعلق بالمنطقة الواهبة للشعر، فإنها لا تختلف عما سبق إلا من ناحية الندوب الصغيرة التي يمكن إخفاؤها بالشعر المحيط بها. وفي الواقع فإنه يمكن نزع حوالي 1400 خصلة شعر من مؤخرة الرأس أو أن يتأثر جمالياً بذلك.

؟

## كيف تعرف ما إذا كان هاتفك مراقباً؟

تعتبر مصلحة كشف التنصت على الهاتف (أو ما يسمى بـ«المخابرات المسحية») واحدة من أكثر المصالح في العالم. ولا يزيد عنها في هذا المجال ربما إلا تلك المصالح المختصة بزرع أجهزة التنصت. وتتغير أدوات اكتشاف التنصت عادة مرة كل ثلاثة أشهر، وأحياناً أقل، غير أن أجهزة التنصت نفسها تتطور بالسرعة ذاتها.

ويستخدم مهندسو اكتشاف أجهزة التنصت أنواع شتى من الأدوات في عملهم. ومع أنه ليس في مستطاع هؤلاء منع عملية زرع جهاز التنصت أساساً، ولا في وسعهم استنباط الأجهزة الكفيلة بذلك، إلا أن كل ما يمكنهم عمله هو اللجوء إلى الموجات الإشعاعية المصفرة من أجل تحديد ما إذا كان التلفون مراقباً أم لا، وربما اكتشاف موقع جهاز التنصت. إذ تعمل هذه الأجهزة وفق تواتر إذاعي معين يؤدي إلى نقل المحادثة إلى الجهة المتنصتة. ويقتصر عمل المهندسين في هذا المجال على تحديد موقع بث الموجات الإذاعية بدقة. وهم يعتمدون لذلك الهدف على نظام «الإصابة أو الخطأ» المثلثي. (وهو نظام يستلزم تحديد الموقع عن طريق قياس المسافة نحو نقطتين ثابتتين معروفتي البعد عن بعضهما ثم قياس مساحة المثلث الناتج). وبهذه الطريقة يحدد المهندس موقع زرع جهاز التنصت، ثم يفتش المحيط بنفسه بحثاً عن الجهاز.

وهناك بديل آخر للتعاقد مع شركة خاصة للبحث عن جهاز التنصت، وهذا البديل هو الاتصال مباشرة بشركة الهاتف. والمعلوم أن شركة التلغراف والهاتف الأميركية تؤمن خدمات التفتيش عن أجهزة التنصت على خطوط المشتركين لديها مجاناً. ويكفي أن يطلب أحدهم الكشف على خطه الهاتفي من شركة الهاتف حتى يحصل على هذه الخدمة من دون مقابل. وفي العام 1978 وحدة تلقت الشركة نحو عشرة آلاف طلب من هذا النوع، وتمكنت من كشف التنصت على حوالي مئتي خط هاتفي.

## المكتبة العلمية

معجم المصطلحات الأرشيفية
مدينة صيدا، دراسة في العمران الحضري
معجم مصطلحات الهندسة الكهربائية الشامل
التبريد والتكييف (الأسس النظرية)
التبريد والتكييف (التطبيقات العملية)
الليزر وتطبيقاته
مقدمة في علم الرابوط
البعد الرابع
الأقمار الصناعية للاتصالات
التقنيات الحديثة للكاشوف (الرادار)
دليل الدوائر الالكترونية
ميكانيك السيارات
صيانة المحرك
خدمة السيارة

## المكتبة الصحية

معجم التمريض
الإسعافات الأولية
النوم ما هو ولماذا نحتاج إليه
الشيخوخة، نافذة على حياة المسنين
آلام الرأس الأسباب والعلاج
العين والعناية بها
الفيتامينات ما هي ولماذا نحتاج إليها
العناية بالجلد
كيف نتعايش مع التوتر العصبي
آلام الظهر، الأسباب والعلاج
الحساسية بين الواقع والخيال
السرطان، ما هو، أنواعه
الحمل
ضغط الدم
الرشاقة، كيف تقلل وزنك وتحسن صحتك

## المكتبة الرياضية

اللياقة البدنية
القفز في الماء
كرة المضرب
الكاراتيه
الرمي بالمسدس
كرة القدم
كرة الطائرة
كرة السلة
السباحة
ركوب الخيل
الشطرنج
السكواش
سباق الدراجات
الجمباز

بناية الريم ـ عين التينة ـ شارع ساقية الجنزير ـ هاتف: 811385-811373-806983
ص.ب: 13-5574 ـ تلكس: ABJAD 21583 LE ـ فاكس: 961-1-860138 ـ بيروت لبنان

صدر عن: الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers









